

DESAIN DAN IMPLEMENTASI *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN 3D HIDROSFER

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Ryan Aristo

NIM: 115060807111068



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGESAHAN

DESAIN DAN IMPLEMENTASI *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK MEDIA
PEMBELAJARAN 3D HIDROSFER

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Ryan Aristo

NIM: 115060807111068

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
3 Agustus 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Tri Afirianto, S.T, M.T

NIK: 201309 851213 1 001

Muhammad Aminul Akbar, S.Kom., M.T

NIK: 201607 891013 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan , S.T, M.T, Ph.D

NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 3 Agustus 2018

Ryan Aristo

NIM: 115060807111068



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Desain Dan Implementasi Mobile Augmented Reality Untuk Media Pembelajaran 3D Hidrosfer”**.

Penyusunan skripsi ini juga tak lepas dari bantuan semua pihak yang telah memberikan semangat, doa, bimbingan, kritik, serta saran. Maka dari itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Tri Afirianto, S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Muhammad Aminul Akbar, S.Kom., M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan ilmu dan saran untuk laporan skripsi ini.
3. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya, dan Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
4. Kedua orang tua, Bapak Dwiono Januanto dan Ibu A. Yuli Purwaningsih yang telah membantu dan mendukung dengan memberikan semangat dan doa demi kelancaran pengerjaan skripsi ini.
5. Teman-teman Informatika 2011 yang selalu memberikan dukungan, kritik dan saran.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca terutama mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.

Malang, 3 Agustus 2018

Penulis

aristo.ryan@gmail.com

ABSTRAK

Ryan Aristo, Desain Dan Implementasi *Mobile Augmented Reality* Untuk Media Pembelajaran 3D Hidrosfer

Dosen Pembimbing: Tri Afirianto, S.T, M.T dan Muhammad Aminul Akbar, S.Kom., M.T.

Pelajaran Geografi adalah merupakan pelajaran yang dianggap tidak mudah bagi sebagian besar siswa. Banyak diantara mereka yang tidak tertarik pada mata pelajaran ini, karena begitu luasnya ruang lingkup materi dan kurang adanya visualisasi yang dipelajari dalam mata pelajaran geografi ini. Dalam hal ini peran dari teknologi informasi seperti teknologi *mobile augmented reality* untuk memberikan data suatu informasi khususnya hidrosfer. Berdasarkan permasalahan tersebut, suatu pengetahuan mengenai atmosfer dan hidrosfer memang cukup sulit untuk dijabarkan karena kedua hal tersebut merupakan suatu gejala alam yang sulit untuk dilihat namun dapat dirasakan oleh manusia. Pengetahuan mengenai atmosfer dan hidrosfer ini biasanya didapat dari buku, tenaga pengajar atau ahli ilmu pengetahuan. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah memvisualisasikan dalam bentuk aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer. Berdasarkan pengujian validasi telah memenuhi seluruh kebutuhan fungsional. Pada hasil dari pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* didapatkan skor SUS sebesar 82. Skor SUS tersebut menunjukkan bahwa aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer dapat digunakan dengan mudah. Pada hasil dari pengujian media pembelajaran menunjukkan aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer dapat digunakan dengan baik pada pengguna.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Hidrosfer, Media Pembelajaran, Usabilitas

ABSTRACT

Ryan Aristo, Design And Implementation Of Mobile Augmented Reality For Hydrosphere 3D Media Learning

Supervisors: Tri Afirianto, S.T, M.T dan Muhammad Aminul Akbar, S.Kom., M.T.

Geography Lesson is a lesson that is considered not easy for most students. Many of them are not interested in this subject, because of the vastness of the scope of the material and the lack of visualization learned in this geography subject. In this case the role of information technology such as mobile augmented reality technology to provide data of a particular information hidrosfer. Based on these problems, a knowledge of the atmosphere and the hydrosphere is quite difficult to pin down because they are a natural phenomenon that is hard to see but can be perceived by humans. This knowledge of the atmosphere and the hydrosphere is usually obtained from books, faculty, or scientists. One method that can be applied to overcome these problems is to visualize in the form of mobile augmented reality applications for 3D hydrosphere learning media. Based on validation testing has fulfilled all functional requirements. In the results of usability testing using the System Usability Scale method obtained SUS score of 82. SUS Score shows that the application of mobile augmented reality applications for 3D learning media hidrosfer can be used easily. In the results of the testing of instructional media shows mobile augmented reality applications for 3D learning media hydrosphere can be used well on the user.

Keyword: Augmented Reality, Hydrosphere, Media Learning, Usability

DAFTAR ISI

DESAIN DAN IMPLEMENTASI <i>MOBILE AUGMENTED REALITY</i> UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN 3D HIDROSFER.....	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Hidrosfer	5
2.1.1 Siklus Hidrologi.....	5
2.1.2 Air Permukaan.....	7
2.1.3 Lapisan Tanah.....	7
2.2 Unity.....	8
2.3 Perangkat <i>Mobile</i>	8
2.4 Android	8
2.5 <i>Augmented Reality</i>	9
2.6 Vuforia.....	9
2.7 UML (<i>Unified Modeling Language</i>) <i>Diagram</i>	10
2.7.1 <i>Use Case Diagram</i>	10
2.7.2 <i>Sequence Diagram</i>	10

2.7.3 Activity Diagram	11
2.8 Pengujian Perangkat Lunak.....	12
2.8.1 Pengujian Validasi	12
2.8.2 Pengujian Usability.....	12
2.8.3 Kuesioner System Usability Scale (SUS)	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Studi Literatur	14
3.2 Analisis Kebutuhan	14
3.3 Perancangan Sistem.....	15
3.4 Implementasi	15
3.5 Pengujian dan Analisis	16
3.6 Kesimpulan dan Saran	16
BAB 4 PERANCANGAN.....	17
4.1 Analisis Kebutuhan	17
4.1.1 Gambaran Aplikasi	17
4.1.2 Identifikasi Aktor	18
4.2 Perancangan Aplikasi.....	21
4.2.1 Perancangan Arsitektur Sistem.....	22
4.2.2 Perancangan Activity Diagram.....	22
4.2.3 Perancangan Sequence Diagram	24
4.2.4 Perancangan Antar Muka.....	25
BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	30
5.1 Implementasi	30
5.1.1 Spesifikasi Sistem	30
5.1.2 Batasan Implementasi.....	31
5.1.3 Implementasi Antar Muka	31
5.1.4 Implementasi Kode Program	33
5.2 Pengujian Validasi	38
5.2.1 Kasus Uji	38
5.2.2 Hasil Pengujian Validasi.....	40
5.3 Pengujian Usability	41
5.4 Pengujian Media Pembelajaran	44

BAB 6 PENUTUP	46
6.1 Kesimpulan.....	46
6.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
Lampiran	49



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor	18
Tabel 4.2 Skenario <i>Use Case</i> Memilih Menu Mulai	19
Tabel 4.3 Skenario <i>Use Case</i> Melihat Media Pembelajaran	19
Tabel 4.4 Skenario <i>Use Case</i> Melihat Menu Kuis.....	20
Tabel 4.5 Skenario <i>Use Case</i> Melihat Menu Panduan	21
Tabel 4.6 Penjelasan Rancangan <i>Splash Screen</i> Aplikasi	26
Tabel 4.7 Penjelasan Tampilan Rancangan Utama Aplikasi.....	27
Tabel 4.8 Penjelasan Rancangan Halaman Media Pembelajaran.....	27
Tabel 4.9 Penjelasan Tampilan Rancangan Halaman Kuis.....	28
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras <i>Laptop</i>	30
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras <i>Smartphone</i> Android	30
Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak	31
Tabel 5.4 Kode Program Info Objek	33
Tabel 5.5 Kode Program Rotasi Objek	34
Tabel 5.6 Kode Program Pertanyaan Kuis.....	36
Tabel 5.7 Kode Program Jawaban Kuis	37
Tabel 5.8 Kasus Uji Menu Mulai.....	38
Tabel 5.9 Kasus Uji Menu Media Pembelajaran	39
Tabel 5.10 Kasus Uji Menu Kuis	39
Tabel 5.11 Kasus Uji Menu Kuis Jawab	39
Tabel 5.12 Kasus Uji Menu Panduan.....	40
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Validasi Aplikasi <i>Mobile Augmented Reality</i> untuk Media Pembelajaran 3D Hidrosfer.....	40
Tabel 5.14 Daftar Pernyataan Kuesioner	41
Tabel 5.15 Hasil Rekapitulasi Kuesioner SUS	42
Tabel 5.16 Perhitungan Skor SUS	43
Tabel 5.17 Hasil Rekapitulasi Pengujian Media Pembelajaran	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	7
Gambar 2.2 Lapisan Tanah.....	8
Gambar 2.3 <i>Continuum Virtuality</i> yang menggambarkan hubungan lingkungan nyata dengan lingkungan maya	9
Gambar 2.4 Arsitektur dari Vuforia SDK	9
Gambar 2.5 Contoh <i>Use Case Diagram</i>	10
Gambar 2.6 Contoh <i>Sequence Diagram</i>	11
Gambar 2.7 Komponen-Komponen <i>Activity Diagram</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	14
Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem	17
Gambar 4.2 <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi Kebutuhan	18
Gambar 4.3 Arsitektur Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Media Pembelajaran Hidrosfer.....	22
Gambar 4.4 <i>Workflow</i> Aplikasi.....	22
Gambar 4.5 <i>Activity Diagram</i> Melihat Objek AR Hidrosfer	23
Gambar 4.6 <i>Activity Diagram</i> Melihat Menu Kuis	23
Gambar 4.7 <i>Activity Diagram</i> Melihat Menu Panduan	24
Gambar 4.8 <i>Sequence Diagram</i> Aplikasi	25
Gambar 4.9 Bagan <i>Sitemap</i> Aplikasi	25
Gambar 4.10 Tampilan Rancangan <i>Splash Screen</i> Aplikasi.....	26
Gambar 4.11 Tampilan Rancangan Utama Aplikasi.....	26
Gambar 4.12 Tampilan Rancangan Halaman Media Pembelajaran	27
Gambar 4.13 Tampilan Rancangan Halaman Kuis	28
Gambar 4.14 Tampilan Rancangan <i>Marker Augmented Reality</i>	29
Gambar 5.1 Tampilan Implementasi <i>Splash Screen</i>	31
Gambar 5.2 Implementasi Halaman Utama Aplikasi	32
Gambar 5.3 Tampilan Implementasi Kamera <i>Augmented Reality</i>	32
Gambar 5.4 Tampilan Implementasi Media Pembelajaran	32
Gambar 5.5 Tampilan Implementasi Menu Kuis.....	33

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pelajaran Geografi adalah merupakan pelajaran yang dianggap tidak mudah bagi sebagian besar siswa (Graham, 2011). Banyak diantara mereka yang tidak tertarik pada mata pelajaran ini, karena begitu luasnya ruang lingkup materi dan kurang adanya visualisasi yang dipelajari dalam mata pelajaran geografi ini. Disisi lain semakin berkembangnya teknologi dalam berbagai bidang seperti teknologi informasi dalam bidang pembelajaran, dengan adanya teknologi informasi, dapat membantu khususnya para siswa SMA (Sekolah Menengah Atas) dalam pembelajaran mata pelajaran geografi. Dalam hal ini peran dari teknologi informasi sangat besar untuk memberikan data suatu informasi khususnya hidrosfer.

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen pembelajaran yang mempunyai peranan penting dalam Kegiatan Belajar Mengajar. Pemanfaatan media seharusnya merupakan bagian yang harus bisa dimanfaatkan lebih baik oleh siswa atau pengguna (Arsyad, 2006). Pada kenyataannya media pembelajaran masih sering terabaikan dengan berbagai alasan, seperti belum adanya visualisasi yang nyata bagi siswa. Maka dengan itu harus adanya visualisasi yang nyata dan dapat mudah dipergunakan oleh semua pengguna termasuk siswa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, suatu pengetahuan mengenai atmosfer dan hidrosfer memang cukup sulit untuk dijabarkan karena kedua hal tersebut merupakan suatu gejala alam yang sulit untuk dilihat namun dapat dirasakan oleh manusia. Pengetahuan mengenai atmosfer dan hidrosfer ini biasanya didapat dari buku, tenaga pengajar atau ahli ilmu pengetahuan (Nurmalasari, 2009). Pengetahuan yang didapat tersebut masih sulit untuk dimengerti karena tidak adanya visualisasi proses yang jelas. Selain itu, pengetahuan yang didapat terkadang menimbulkan rasa kebosanan karena materi yang diberikan dianggap tidak menarik dan monoton. Kegiatan pembelajaran geografi itu sendiri sering dilakukan dengan metode satu arah, dimana guru menjadi satu-satunya sumber ilmu dan posisi siswa menjadi pendengar yang pasif yang hanya bisa menerima pelajaran yang diberikan. Hal inilah yang mengurangi minat masyarakat untuk mendapatkan pengetahuan yang sebenarnya sangat penting bagi kehidupan manusia. Dalam kurikulum yang baru yaitu KTSP guru harus kreatif menciptakan strategi yang tepat agar siswa termotivasi untuk selalu ingin belajar dan mempunyai rasa ingin tahu yang tinggi tanpa harus tergantung dari guru (Sadiman, 2007). Salah satu cara untuk mengatasi berkurangnya daya minat mengenai atmosfer dan hidrosfer adalah dengan membuat visualisasi 3D pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat.

Sementara itu, perkembangan teknologi informasi juga berkembang pada disiplin ilmunya. Salah satu contoh ilmu yang berasal dari pengolahan citra ialah Augmented Reality (AR). AR merupakan teknologi yang menggabungkan benda

maya baik 2D maupun 3D kedalam lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (Roedevan, 2014). Banyak bidang yang terbantu dalam teknologi AR seperti bidang kedokteran, hiburan, engineering dan militer. Di bidang edukasi salah satunya yaitu Pengembangan Media Pembelajaran dengan Menggunakan Aplikasi Mindjet MindManager 9 untuk Siswa SMA pada Pokok Bahasan Alat Optik.

Android merupakan platform yang menjadi trend masa kini, yang hampir dimiliki oleh setiap *mobile phone* dan digunakan setiap orang. Android merupakan perangkat cerdas bersifat *opensource* yang berdampak pada meningkatnya jumlah pengguna maupun pengembang aplikasi secara *continue* dan signifikan (Huda, 2012). Sama halnya teknologi *augmented reality*, yang mana merupakan penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya, di mana obyek *virtual over layed* pada dunia nyata, sehingga memberi efek menarik dalam penerapannya. *Tool* yang dapat digunakan untuk membangun teknologi *augmented reality* juga mudah didapatkan.

Pada penelitian ini dibangun sebuah *Mobile Augmented Reality* Media Pembelajaran 3D Hidrosfer ini diharapkan juga akan dapat dipergunakan oleh para pengajar dan siswa SMA bersifat secara *mobile*, memberikan pengalaman begitu penting mempelajari ilmu geografi tentang hidrosfer bagi kehidupan, dan agar mempermudah dalam pemahaman pembelajaran hidrosfer seperti meliputi bagaimana siklus hidrologi terjadi, lapisan tanah dan lain-lain dalam bentuk proses visualisasi konten 3D pada mata pelajaran geografi.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang sesuai dengan permasalahan di atas yaitu :

1. Bagaimana membuat sumber ilmu tambahan pada guru sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer?
2. Bagaimana hasil pengujian *usability* dan validasi sistem pada pengguna?
3. Bagaimana dampak yang diperoleh siswa kelas 10 SMA pada *mobile augmented reality* sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer?
4. Bagaimana hasil pengujian media pembelajaran pada pengguna?

1.3 Tujuan

Tujuan yang sesuai berdasarkan rumusan masalah di atas yaitu:

1. Membuat sumber ilmu tambahan pada guru sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer melalui sistem *Augmented Reality*.
2. Memperoleh hasil pengujian *usability* dan validasi sistem pada pengguna.
3. Dampak yang diperoleh siswa kelas 10 SMA pada *mobile augmented reality* sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer adalah mengetahui tingkat keminatan.

4. Memperoleh hasil pengujian media pembelajaran pada pengguna.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini adalah:

1. Mengaplikasikan informasi pada pengguna dalam bentuk visual 3D.
2. Mempermudah dalam meningkatkan proses pembelajaran pada siswa sekolah menengah atas.
3. Menerapkan tentang perancangan dan pengembangan sistem dengan bantuan *game engine*.

1.5 Batasan masalah

Batas permasalahan yang dihadirkan dalam penelitian skripsi ini hanya sebatas :

1. Desain dan Implementasi *Mobile Augmented Reality* untuk Media Pembelajaran 3D Hidrosfer berupa aplikasi.
2. Umpan balik yang digunakan adalah *marker* bergambar.
3. Pustaka *Augmented Reality* yang digunakan adalah Unity dan Vuforia.
4. Perancangan dan implementasi AR menggunakan sistem operasi Android 4.4.2 (Kitkat).
5. Sistem Desain dan Implementasi *Mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D tentang hidrosfer ini menampilkan citra yang telah disimpan pada aplikasi (*embed*).
6. Isi materi yang meliputi siklus hidrologi dan lapisan tanah.

1.6 Sistematika pembahasan

Skripsi ini terbagi menjadi enam bab utama yaitu :

Bab 1. Pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2. Landasan kepustakaan, berisi uraian dan pembahasan tentang teori, konsep pada hidrosfer dan teori pendukung aplikasi *mobile augmented reality*.

Bab 3. Metodologi Penelitian dan Perancangan, merupakan bahasan tentang alur (metode) yang lebih spesifik dalam penyelesaian masalah.

Bab 4. Perancangan dan Implementasi, berisi proses perancangan sistem serta implementasi yang sesuai dengan alur tahapan pada bab metodologi penelitian.

Bab 5. Pengujian dan Analisis, berfungsi untuk memaparkan proses pengujian terhadap game yang telah dibuat, serta menerjemahkan makna dari hasil pengujian yang diperoleh tersebut.

Bab 6. Penutup, memuat kesimpulan dan saran terhadap pengujian pada skripsi.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Hidrosfer

Hidrosfer berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *sphaire* yang berarti lapisan (Widyatmanti, 2008). Lapisan air yang dijumpai pada bumi berupa hujan, danau, gletser, sungai, rawa, air tanah, samudera, dan laut adalah hidrosfer. Laut dan samudera merupakan bagian terbesar hidrosfer.

2.1.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu proses peredaran atau daur ulang air secara yang berurutan secara terus-menerus. Pemanasan sinar matahari menjadi pengaruh pada siklus hidrologi (Haryono, 2017). Air akan melakukan proses penguapan yang disebarkan ke seluruh bumi. Ketika kondensasi pada ketinggian tertentu temperatur semakin, maka terjadinya proses berubah menjadi hujan.

Unsur-unsur dalam siklus hidrologi terdiri atas.

a. Evaporasi

Evaporasi adalah peristiwa ketika air berubah menjadi uap dan berpindah dari permukaan tanah, serta udara dari permukaan air.

b. Transpirasi

Transpirasi adalah penguapan air melalui daun tumbuh-tumbuhan.

c. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan penguapan melalui tubuh air dan tanaman atau tumbuh-tumbuhan.

d. Kondensasi

Kondensasi adalah proses perubahan uap air menjadi titik air hujan yang disebabkan terjadinya pendinginan di atmosfer.

e. Angin

Angin adalah suatu kekuatan yang menentukan temperatur udara dan kondisi uap air di suatu tempat (Threwartha). Fungsi angin ada dua, yaitu Mengangkut udara panas dari garis lintang rendah ke garis lintang yang lebih tinggi.

f. Awan

Awan adalah kumpulan titik air atau es yang jumlahnya banyak dan merupakan bagian dari inti kondensasi. Bila awan telah mencapai berat tertentu, akan terjadi presipitasi (hujan, salju atau es).

g. Presipitasi

Presipitasi adalah segala sesuatu yang berbentuk cair yang berasal dari atmosfer kemudian tercurah ke permukaan bumi. Bentuk nyata

presipitasi adalah hujan dan salju atau es. Hujan banyak terjadi di negara-negara yang beriklim tropis seperti Indonesia, sedangkan salju atau es terjadi di negara-negara yang beriklim kutub atau sedang seperti negara-negara Eropa.

h. *Run-off* (Aliran permukaan)

Run-off adalah pergerakan air di permukaan tanah sebagai akibat adanya presipitasi (hujan, salju atau es). Jadi, air yang meresap ke dalam tanah tidak termasuk *run-off*. Di negara-negara yang beriklim tropis seperti Indonesia, air *run-off* mengalir dari tempat-tempat yang tinggi ke tempat-tempat yang rendah seperti sungai, danau, rawa, laut, dan sebagainya.

i. Infiltrasi

Infiltrasi adalah air presipitasi (hujan, salju atau es) yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian meresap ke dalam tanah. Air tersebut kemudian menjadi air tanah.

j. Air tanah

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat pada lapisan batu pasir yang disebut akifer, sedangkan air tanah yang terdapat pada retakan batuan disebut air celah.

k. Tubuh air

Tubuh air adalah bagian rendah di permukaan bumi yang menampung air. Tubuh air terdiri dari lautan, danau, sungai, rawa, waduk, dan air tanah. Tubuh air sangat membantu siklus hidrologi melalui penguapan.

Pada Gambar 2.1 menjelaskan proses siklus hidrologi terjadi melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara terus-menerus.

Siklus hidrologi dibedakan menjadi tiga, yaitu siklus pendek, siklus sedang dan siklus panjang.

a. Siklus pendek

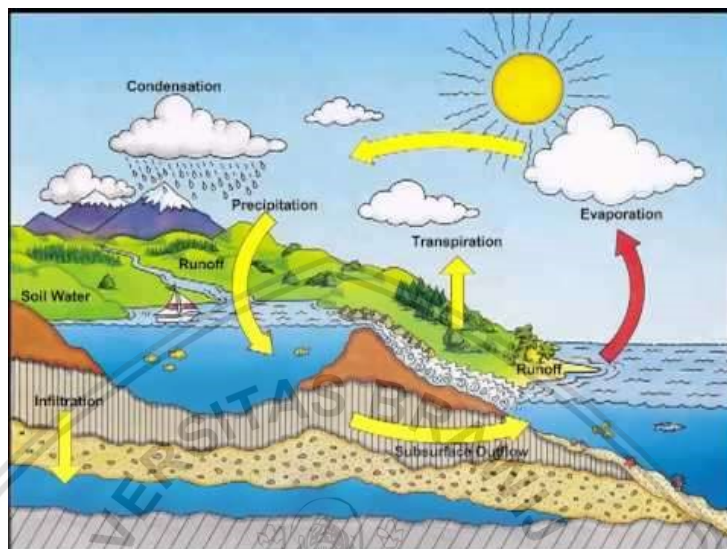
Dalam siklus pendek, air laut mengalami pemanasan dan menguap menjadi uap air. Pada ketinggian tertentu uap air mengalami kondensasi menjadi awan.

b. Siklus sedang

Pada siklus sedang, uap air yang berasal dari lautan ditiup oleh angin menuju ke daratan. Di daratan uap air membentuk awan yang akhirnya jatuh sebagai hujan di atas daratan.

c. Siklus panjang

Pada siklus panjang, uap air yang berasal dari lautan ditiup oleh angin ke atas daratan. Adanya pendinginan yang mencapai titik beku pada ketinggian tertentu, membuat terbentuknya awan yang mengandung kristal es.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber : (Widyatmanti, 2008)

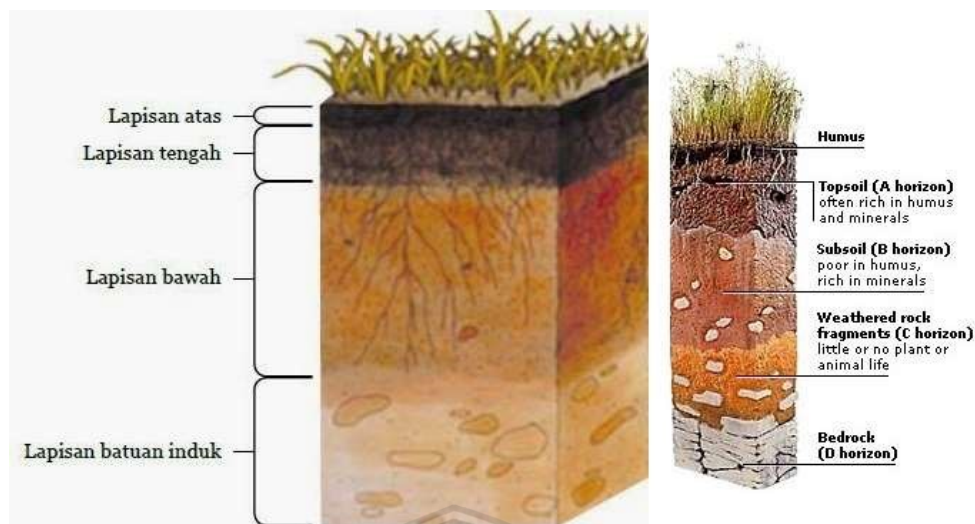
2.1.2 Air Permukaan

Air permukaan adalah bagian dari air hujan yang tidak mengalami infiltrasi (peresapan), atau air hujan yang mengalami peresapan dan muncul kembali ke permukaan bumi sebagai mata air (Haryono, 2017). Mata air yang muncul di permukaan bumi akan mengalir sebagai air permukaan.

2.1.3 Lapisan Tanah

Lapisan tanah merupakan sebuah formasi atau susunan yang terbentuk dari beberapa tingkat dan secara spesifik dapat dibedakan secara geologi, kimiawi dan biologis. Jika sebuah tanah dipotong secara vertikal maka penampakan lapisan tanah akan terlihat sangat jelas karena pada setiap tingkat atau lapisan memang berbeda karakteristiknya (Haryono, 2017).

Pada Gambar 2.2 menjelaskan setiap jenis-jenis tanah umumnya memiliki tiga hingga empat lapisan yang berbeda, yang dapat dikelompokkan berdasarkan penampakan fisik, warna dan tekstur tanah. Melalui tekstur tanah dapat dilihat ukuran partikel tanah. Empat lapisan tersebut terdiri dari lapisan atas, lapisan tengah, lapisan bawah dan lapisan batuan induk.



Gambar 2.2 Lapisan Tanah

Sumber : (Notodarmojo, 2005)

2.2 Unity

Unity Technologies dibangun di tahun 2004 oleh David Helgason, Nocholas Francis dan Joachim Ante. Perusahaan ini dikembangkan fokus pada pembuatan sebuah perangkat lunak khususnya game engine, game 2D maupun 3D, serta Unity telah diatur untuk pembuatan game bergenre *First Person Shooting (FPS)*, *Role Playing Game (RPG)*, dan *Real Time Strategy (RTS)*, namun Unity juga bisa digunakan untuk membuat game atau aplikasi *Augmented Reality (AR)*. Ditahun 2009, Unity diluncurkan secara gratis dan di April 2012, Unity mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari satu juta developer terdaftar di seluruh dunia (Roedavan, 2014).

2.3 Perangkat *Mobile*

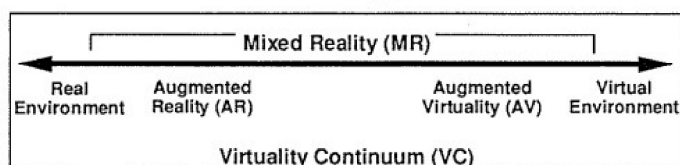
Perangkat *mobile* adalah perangkat elektronik yang sifatnya *portable* atau dapat berpindah dari era yang luas. Perangkat ini mempunyai fungsi sebagai pesawat telepon normal, perangkat *mobile* pula mempunyai banyak jenis ukuran dan *layout* yang berbeda (Adelheid, 2013). Perangkat *mobile* tidak lepas didukung oleh sistem operasi untuk menjalankannya, diantaranya Android.

2.4 Android

Smartphone sudah menjadi tren dikalangan masyarakat saat ini, tetapi perlahan semuanya berubah menjadi kebutuhan. Android sendiri ialah sistem operasi untuk *gadget* seperti ponsel dan komputer tablet. Tampilan sistem operasi pada awalnya ini tidak jauh berbeda dengan sistem operasi JAVA dan Symbian (Adelheid, 2013). Seiring berjalannya waktu, tampilan Android sekarang terlihat tampak elegan, ketika para pengembang mulai membenahinya. Android terbentuk berdasarkan sistem kernel linux.

2.5 Augmented Reality

Augmented Reality ialah di mana 3-D objek virtual diintegrasikan ke dalam lingkungan nyata 3-D secara *real time* (Azuma, 1997). Selain itu *Paul Milgram* dan *Fumio Khisino* mendefinisikan *Virtuality Continuum* seperti Gambar 2.3.



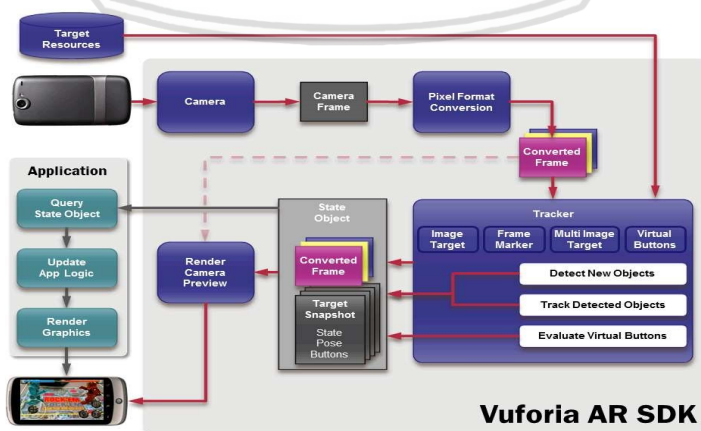
Gambar 2.3 Continuum Virtuality yang menggambarkan hubungan lingkungan nyata dengan lingkungan maya

Sumber: (Milgram, 1994)

Pada *Continuum Virtuality* tersebut mendefinisikan yang lebih dekat dengan sisi kiri, lingkungan bersifat nyata (*Real Environment*), sementara yang lebih dekat dengan sisi kanan, lingkungan bersifat maya (*Virtual Environment*). Dalam hal ini dapat disebut dengan *Mixed Reality* atau realitas campuran. Banyak bidang yang terbantu dalam teknologi AR seperti bidang kedokteran, hiburan, *engineering* dan militer. Dalam bidang pembelajaran teknologi AR dapat diterapkan seperti pembelajaran untuk siswa SMA seperti pembelajaran untuk mata pelajaran kimia (Primanda, 2014).

2.6 Vuforia

Vuforia adalah *Software Development Kit* (SDK) yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer membuat aplikasi-aplikasi *Augmented Reality* di *mobile phone* (Android, iOS). AR Vuforia ini memberikan cara berinteraksi dengan kamera secara langsung pada layar *mobile* untuk menampilkan objek maya yang mewakili dunia nyata. Pada Gambar 2.4 menjelaskan tentang arsitektur dari Vuforia SDK (Fajar, 2014).



Gambar 2.4 Arsitektur dari Vuforia SDK

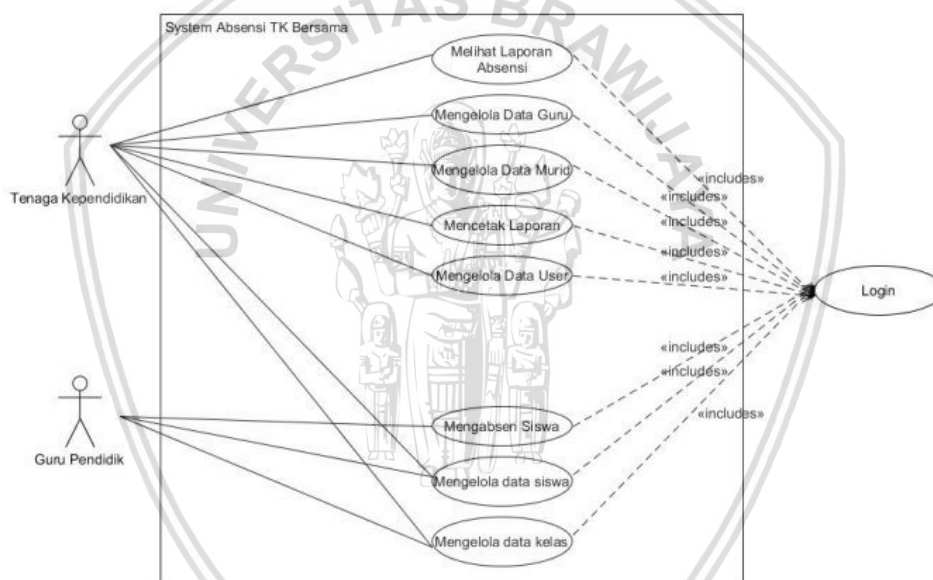
Sumber: (Fajar, 2014)

2.7 UML (Unified Modeling Language) Diagram

UML adalah sekumpulan alat yang digunakan untuk melakukan abstraksi terhadap sebuah sistem atau perangkat lunak berbasis objek. UML merupakan singkatan dari *Unified Modeling Language*. UML juga menjadi salah satu cara untuk mempermudah pengembangan aplikasi yang berkelanjutan (Grady, 1999). Aplikasi atau sistem yang tidak terdokumentasi biasanya dapat menghambat pengembangan karena developer harus melakukan penelusuran dan mempelajari kode program.

2.7.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah gambaran *graphical* dari beberapa atau semua aktor, *use case*, dan interaksi di antaranya yang memperkenalkan suatu sistem (Grady, 1999). *Use case diagram* tidak menjelaskan secara detail tentang penggunaan *use case*, tetapi hanya memberi gambaran singkat hubungan antara *usecase*, aktor, dan sistem. Gambar 2.5 merupakan contoh *use case diagram*.

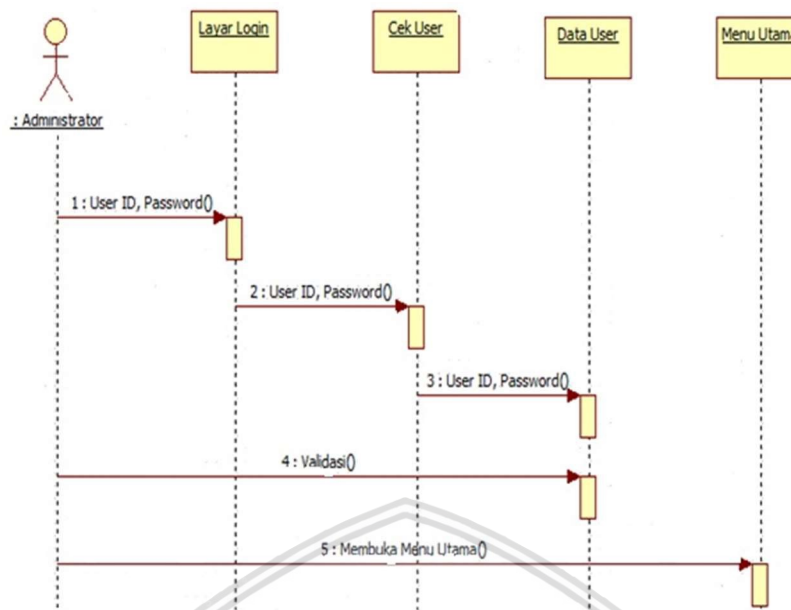


Gambar 2.5 Contoh *Use Case Diagram*

Sumber: (Grady, 1999)

2.7.2 Sequence Diagram

Sequence diagram adalah suatu diagram yang menggambarkan interaksi antar obyek dan mengindikasikan komunikasi di antara obyek-obyek tersebut (Grady, 1999). Diagram ini juga menunjukkan serangkaian pesan yang dipertukarkan oleh obyek – obyek yang melakukan suatu tugas atau aksi tertentu. Gambar 2.6 merupakan contoh *sequence diagram*.



Gambar 2.6 Contoh Sequence Diagram




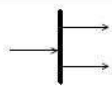


Sumber: (Grady, 1999)

Sequence Diagram merupakan salah satu dari diagram - diagram yang ada pada UML, *sequence diagram* ini adalah diagram yang menggambarkan kolaborasi dinamis antara sejumlah objek. Kegunaannya untuk menunjukkan rangkaian pesan yang dikirim antara objek juga interaksi antara objek. Sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem.

2.7.3 Activity Diagram

Activity Diagram adalah diagram yang menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis (Grady, 1999). Dalam *Unified Modeling Language*, diagram aktivitas dimaksudkan untuk model kedua proses komputasi dan organisasi (yaitu *workflow*).

Activity Diagram juga digunakan untuk mendefinisikan urutan atau pengelompokan tampilan dari sistem */user interface* dimana setiap aktivitas dianggap memiliki sebuah rancangan antar muka tampilan serta rancang menu yang ditampilkan pada perangkat lunak. Gambar 2.7 merupakan komponen-komponen *activity diagram*.

Simbol	Keterangan
	Start Point
	End Point
	Activities
	Fork (Percabangan)
	Join (Penggabungan)
	Decision
Swimlane	Sebuah cara untuk mengelompokkan activity berdasarkan Actor (mengelompokkan activity dalam sebuah urutan yang sama)

Gambar 2.7 Komponen-Komponen Activity Diagram

Sumber: (Grady, 1999)

2.8 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak ialah tahapan penting dalam membangun suatu perangkat lunak. Pengujian dilakukan dengan cara mengevaluasi konfigurasi perangkat lunak yang terdiri dari spesifikasi kebutuhan, deskripsi perancangan, dan program yang dihasilkan (Nurhadryani, 2014). Pengujian perangkat lunak terdiri dari dua metode, yaitu *Black-Box Testing* pengujian yang fokus pada hasil atau output yang dikeluarkan oleh aplikasi, dan *White-Box Testing* yang berfokus mengetahui cara kerja dari program secara internal. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan dengan metode *Black-Box Testing* yang meliputi pengujian validasi dan *usability*.

2.8.1 Pengujian Validasi

Pengujian validasi dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh kebutuhan perangkat lunak yang didefinisikan telah diimplementasikan pada perangkat lunak. Sehingga diperlukan kasus uji untuk mengungkap kesalahan pada perangkat lunak. Proses pengujian validasi dapat dikatakan berhasil apabila perangkat lunak yang dibuat telah sesuai dengan harapan (Pressman R. S., 2001).

2.8.2 Pengujian Usability

Usability ialah komponen efektivitas, efisiensi dan kepuasan pengguna dalam menggunakan sistem tersebut. Efektivitas dan efisiensi diukur menggunakan lembar observasi, sedangkan kepuasan diukur menggunakan *post task* kuesioner. Selain itu, diperlukan skenario untuk memandu responden dalam menggunakan aplikasi (Nurhadryani, 2014). Hal ini bertujuan untuk menentukan suatu keberhasilan atau tidak suatu sistem.

2.8.3 Kuesioner *System Usability Scale* (SUS)

SUS merupakan alat pengujian *usability* berupa kuesioner. Pada kuesioner SUS terdapat 10 pernyataan yang sudah ditentukan (Sauro, 2011) dimana setuju atau tidak setuju ditentukan menggunakan skala 5 poin. Skala 1 berarti “Sangat Tidak Setuju”, skala 2 “Tidak Setuju”, skala 3 “Netral”, skala 4 “Setuju” dan skala 5 “Sangat Setuju”. Terdapat dua jenis pernyataan pada kuesioner SUS yaitu pernyataan positif dan pernyataan negatif. Pernyataan positif diletakkan pada nomor pernyataan ganjil. Sedangkan pernyataan negatif diletakkan pada nomor pernyataan genap (Sauro, 2013).

Terdapat beberapa keunggulan kuesioner SUS yang dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih jenis kuesioner *usability*, yaitu:

1. SUS mudah digunakan karena hasilnya berupa skor 1-100.
2. SUS tidak membutuhkan perhitungan yang rumit.
3. SUS tersedia gratis, tidak membutuhkan biaya tambahan.
4. SUS terbukti valid dan *reliable*, walau dengan sampel yang kecil.

Untuk mendapatkan hasil yang baik, kuesioner akan diberikan kepada 20 responden yang sebelumnya telah mencoba menggunakan sistem/ aplikasi. Perhitungan hasil kuesioner SUS dilakukan dengan langkah sebagai berikut (Sauro, 2011; Brooke, 1996).

1. Hitung skor setiap pertanyaan dengan ketentuan:
 - a. Pernyataan positif (nomor pernyataan ganjil) dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

$$\text{Skor} = x - 1 \quad (2.1)$$
 - b. Pernyataan negatif (nomor pernyataan genap) dihitung menggunakan Persamaan 2.2.

$$\text{Skor} = 5 - x \quad (2.2)$$

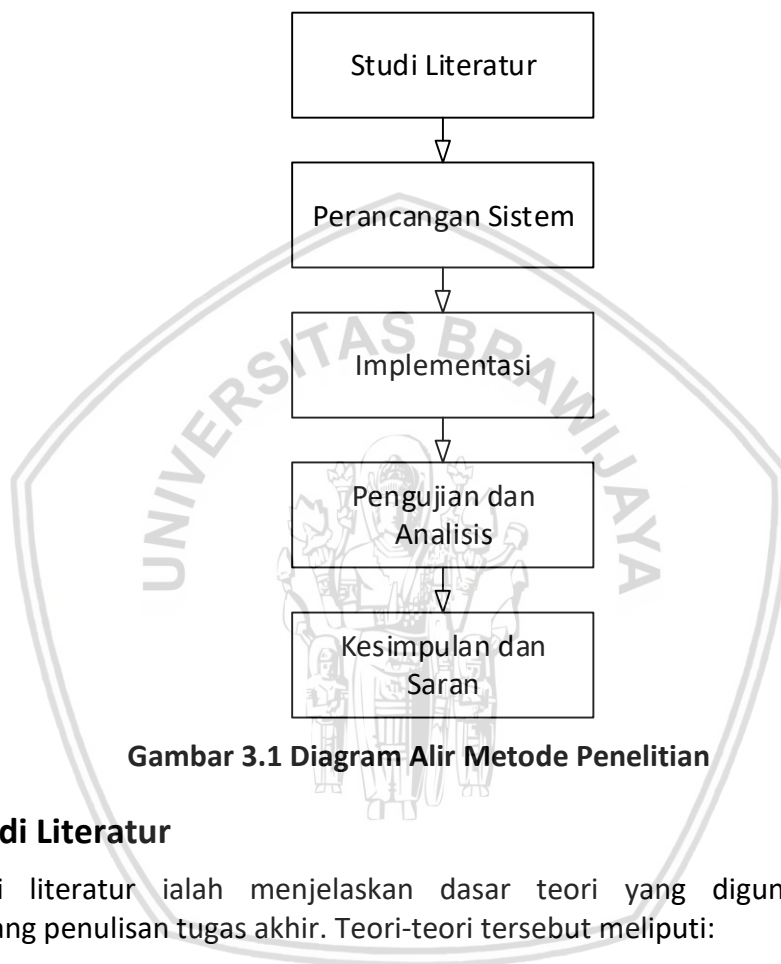
Dimana x adalah nilai yang diberikan responden.

2. Jumlahkan semua skor dari masing-masing pernyataan.
Skor akhir SUS adalah hasil dari langkah 2 dikalikan dengan nilai 2,5.

Pada penelitiannya, Bangor et al (2009) membuat *range* nilai untuk membantu menentukan apakah suatu aplikasi/ sistem dapat diterima atau tidak dari segi *usability* berdasarkan skor kuesioner SUS yang diperoleh. Untuk skor SUS 0-50 dikategorikan “*Not Acceptable*”. Skor 51-70 kategori “*Marginal*”. Sedangkan skor SUS 71-100 masuk dalam kategori “*Acceptable*”.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metodologi penelitian yang dipakai dalam penelitian skripsi. Pada sub-bab metode penelitian akan dijabarkan tahapan yang digunakan, sedangkan pada sub-bab selanjutnya akan dijelaskan masing-masing tahapan dari metode penelitian tersebut. Pada Gambar 3.1 merupakan diagram alir metode penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur ialah menjelaskan dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan tugas akhir. Teori-teori tersebut meliputi:

- a. Kajian Pustaka
- b. Hidrosfer
- c. Android
- d. *Augmented Reality*
- e. Vuforia
- f. Unity

3.2 Analisis Kebutuhan

Pada analisis kebutuhan sistem digunakan untuk mendapatkan kebutuhan yang diperlukan serta diimplementasikan untuk aplikasi yang akan dibangun.

Penggunaan perangkat lunak seperti Vuforia untuk mendapatkan *database* dalam pengenalan *marker* dibutuhkan. Setelah kebutuhan-kebutuhan dalam analisis kebutuhan sistem telah ditetapkan, maka kebutuhan-kebutuhan tersebut dianalisis dan dimodelkan. Analisis kebutuhan terdiri dari proses identifikasi aktor dan identifikasi kebutuhan baik fungsional maupun non-fungsional dari sistem.

3.3 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan ini akan dilakukan setelah tahap kebutuhan sistem didapati dari analisis kebutuhan. Langkah-langkah perancangan sistem meliputi perancangan aplikasi, perancangan konten 3D, *activity diagram*, *sequence diagram*, serta perancangan antar muka aplikasi.

Perancangan aplikasi merupakan tahap awal dalam perancangan sistem. Pada tahap ini digambarkan keseluruhan elemen yang terdapat pada *mobile augmented reality* media pembelajaran 3D hidrosfer. Selain itu digambarkan pula interaksi antara elemen-elemen tersebut.

Perancangan konten 3D dilakukan untuk menggambarkan bentuk visual hidrosfer yang meliputi siklus hidrologi dan tanah dalam bentuk 3D. Dalam proses dibuat bentuk 3D, maka perancangan perlu menggunakan aplikasi pengolah 3D.

Perancangan *activity diagram* dilakukan untuk menggambarkan detail alur aktivitas-aktivitas yang terjadi pada aplikasi dan sistem yang sedang dibangun. Alur aktivitas yang dijabarkan dalam bentuk *activity diagram* adalah aktivitas yang telah didefinisikan pada skenario *usecase*. Sebuah *activity diagram* digambarkan dari sebuah skenario *usecase*.

Perancangan *sequence diagram* dilakukan untuk menggambarkan bagaimana interaksi antar objek ketika aktor mengerjakan suatu aktivitas pada sistem berdasarkan urutan waktu. Sehingga dengan *sequence diagram* akan diketahui objek-objek apa saja yang terlibat dalam mengerjakan suatu aktivitas hingga mendapatkan suatu *output*. *Sequence diagram* dibentuk berdasarkan pasangan interaksi sebuah aktor dan sebuah *usecase*.

Tahap akhir pada proses perancangan adalah perancangan antarmuka. Perancangan ini merupakan perancangan yang berhubungan dengan tampilan *mobile augmented reality* media pembelajaran 3D hidrosfer.

3.4 Implementasi

Pada tahapan ini seluruh proses perancangan sistem akan diimplementasikan. Implementasi perangkat lunak akan diawali dengan deskripsi spesifikasi lingkungan perancangan perangkat lunak. Berdasarkan perancangan yang akan dilakukan, pada tahapan terakhir akan dilakukan implementasi pada *smartphone* dengan sistem operasi Android. Pembuatan sistem akan menggunakan bahasa pemrograman C# yang kemudian akan menghasilkan aplikasi berbasis Android yang akan digunakan user. Pengenalan marker akan

menggunakan *dataset* dari Vuforia yang kemudian digunakan untuk keperluan *dataset* di Unity.

3.5 Pengujian dan Analisis

Metode yang digunakan adalah *system usability scale* berupa kuesioner. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kelayakan yang baik. SUS dilakukan dengan memberikan berupa kuesioner terhadap 20 responden yang sebelumnya telah mencoba menggunakan sistem/ aplikasi.

Pengujian perangkat lunak akan dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan sebelumnya. Pengujian dilakukan untuk mencari kekurangan yang terjadi pada aplikasi, sehingga aplikasi menjadi lebih baik.

Pengujian akan dilakukan untuk menentukan kelayakan dari aplikasi yang dibuat apakah kinerja dan performa memenuhi spesifikasi kebutuhan pada tahap sebelumnya. Pengujian aplikasi yang akan dilakukan antara lain pengujian metode *Black-Box Testing* validasi fungsional dan pengujian *usability*.

Pengujian validasi dilakukan dengan menentukan kasus uji terlebih dahulu. Jumlah kasus uji adalah sebanyak jumlah kebutuhan fungsional. Kemudian pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur uji yang tertera di setiap kasus uji. Hasil dari pengujian ini adalah dalam bentuk valid dan tidak valid. Status pengujian dinyatakan valid apabila kondisi yang didapatkan sama dengan kondisi yang diharapkan.

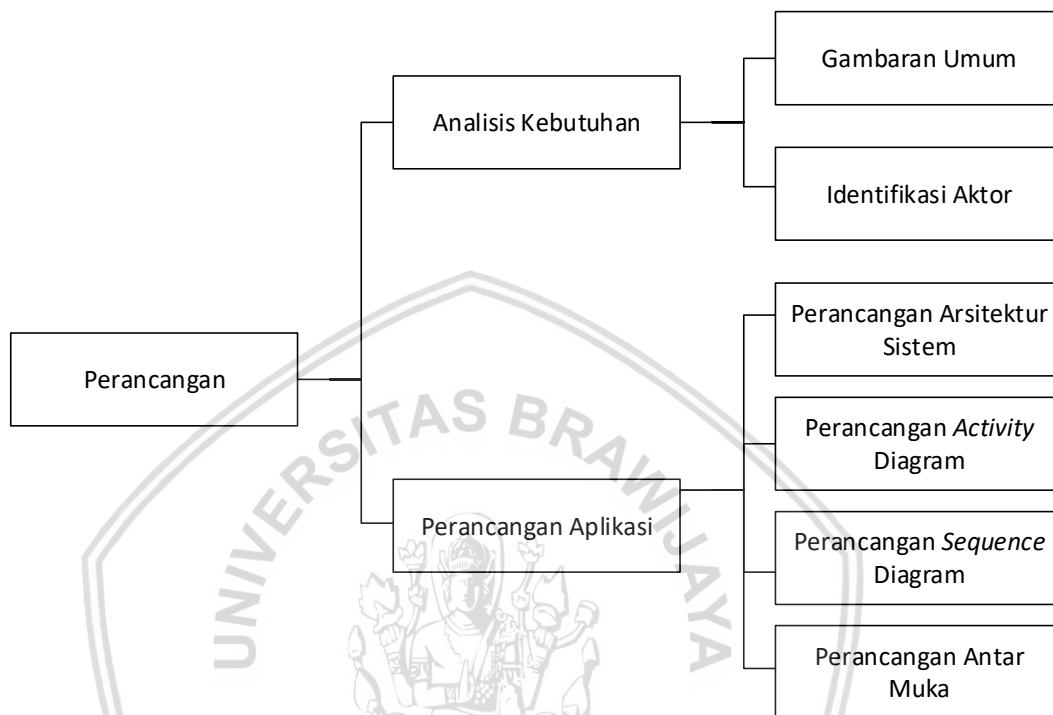
Pengujian *usability* akan dilakukan untuk mengetahui apakah pengujian *usability* efisien, efektif atau kepuasan pengguna dalam sistem, seperti apakah aplikasi yang akan dibuat dapat memenuhi kriteria yang sudah ada. Pengujian media pembelajaran akan dilakukan untuk mengetahui perbandingan kelayakan dan bermanfaat dengan buku paket atau aplikasi *augmented reality*. Hasil dari pengujian ini dilakukan sesuai kriteria yang sudah ada, seperti membandingkan jawaban yang benar dengan dua media pembelajaran.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada kesimpulan akan dilakukan setelah tahap perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis terhadap aplikasi yang telah dibangun, dengan tujuan apakah aplikasi yang dibangun dapat mengatasi permasalahan yang dirumuskan atau tidak. Tahap akhir adalah saran yang bertujuan untuk memperbaiki kesalahan atau menyempurnakan kekurangan pada penulisan untuk pengembangan perangkat lunak selanjutnya.

BAB 4 PERANCANGAN

Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem dari aplikasi. Perancangan sistem dibagi terdiri dari dua tahap yaitu analisis kebutuhan dan perancangan aplikasi. Gambar 4.1 menunjukkan struktur perancangan aplikasi



Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem

4.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan diawali dengan identifikasi seluruh kebutuhan (*requirements*) aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer. Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk menganalisis secara jelas semua daftar kebutuhan pengguna yang akan menjadi fitur-fitur sistem. Analisis kebutuhan dibagi menjadi dua tahap yaitu gambaran aplikasi, identifikasi aktor.

4.1.1 Gambaran Aplikasi

Pada aplikasi *augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer ini merupakan aplikasi yang digunakan untuk membantu mempermudah pengguna khususnya pelajar SMA kelas X dimana terdapat mata pelajaran geografi dasar yang di dalamnya terdapat hidrosfer. Pengguna bisa menggunakan *smartphone* Androidnya untuk melihat bentuk 3D dari hidrosfer dengan AR, sehingga pengguna ataupun pelajar bisa lebih memahami penjelasan yang terdapat dalam hidrosfer atau siklus hidrologi dengan animasi 3D beserta informasi terkait.

4.1.2 Identifikasi Aktor

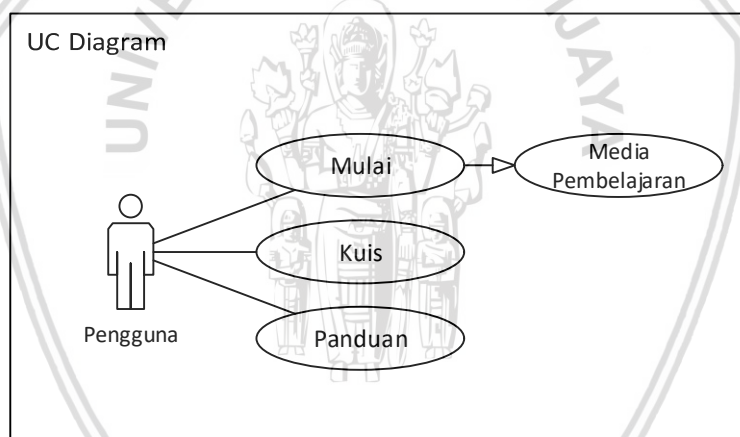
Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap pengguna yang berhubungan dengan sistem. Pada sistem ini yang berinteraksi adalah satu aktor Tabel 4.1 menerangkan pengguna adalah aktor yang berinteraksi dengan sistem.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor

Aktor	Deskripsi
Pengguna	Pengguna adalah semua orang yang dapat menggunakan aplikasi <i>mobile augmented reality</i> untuk media pembelajaran 3D hidrosfer

4.1.2.1 Use Case Diagram

Setiap *requirement* fungsional yang telah didefinisikan akan menggambarkan sebuah *use case diagram*. *Use case diagram* tersebut menggambarkan apa saja yang dapat dilakukan oleh aktor terhadap sistem aplikasi. Pada Gambar 4.2 merupakan *use case diagram* aplikasi kebutuhan.



Gambar 4.2 Use Case Diagram Aplikasi Kebutuhan

4.1.2.2 Skenario Use Case

Skenario *use case* merupakan detail penjelasan alur dari sebuah *use case* pada *use case diagram*. Skenario *use case* terdiri dari nama *use case*, tujuan, deskripsi, kondisi sebelum (*pre-condition*), kondisi sesudah (*post-condition*), alur dasar dan alur alternatif.

1. Skenario Use Case Memilih Menu Mulai.

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk membuka menu mulai. Tabel 4.2 ialah skenario *use case* Memilih Menu Mulai.

Tabel 4.2 Skenario *Use Case* Memilih Menu Mulai

Nama <i>Use Case</i>	Menu Mulai
Kode <i>Use Case</i>	UC_001
Aktor	Pengguna
Tujuan	Memulai/memasuki menu
Deskripsi	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana pengguna dapat memulai akses ke <i>scene</i> mulai.
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman Mulai.
Alur Utama (<i>Basic Flow</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih menu mulai. 2. <i>Use case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk memilih menu yang ada.
Kondisi Akhir	Jika <i>use case</i> berhasil, akan masuk pada <i>scene</i> pembelajaran ar hidrosfer dan kamera terbuka.

2. Skenario *Use Case* Melihat Media Pembelajaran

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk melihat media pembelajaran dalam sistem. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Melihat Media Pembelajaran. Pada skenario *use-case* Melihat Media Pembelajaran dijelaskan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Skenario *Use Case* Melihat Media Pembelajaran

Nama <i>Use Case</i>	Media Pembelajaran
Kode <i>Use Case</i>	UC_002
Aktor	Pengguna
Tujuan	Memasuki media pembelajaran.
Deskripsi	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana pengguna dapat memulai akses ke <i>scene</i> media pembelajaran.
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada <i>scene</i> media pembelajaran.
Alur Utama (<i>Basic Flow</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih menu mulai. 2. Sistem akan mengeluarkan ke

	<p>tampilan kamera.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Pengguna mengarahkan kamera ke <i>marker</i>. 4. Objek 3D keluar. 5. Pengguna memilih menu informasi. 6. <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk melihat dan menekan tombol keluar.
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, maka akan keluar <i>scene</i> . Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

3. Skenario *Use Case* Melihat Menu Kuis

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk melihat menu panduan dalam sistem. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Melihat Menu Kuis. Pada skenario *use-case* Melihat Menu Panduan dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Skenario *Use Case* Melihat Menu Kuis

Nama <i>Use Case</i>	Menu Kuis
Kode <i>Use Case</i>	UC_003
Aktor	Pengguna
Tujuan	Memasuki menu kuis.
Deskripsi	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana pengguna dapat memulai akses ke <i>scene</i> kuis.
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada <i>scene</i> kuis.
Alur Utama (<i>Basic Flow</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih menu kuis. 2. Sistem akan mengeluarkan menu berisi pertanyaan yang dapat pengguna jawab. 3. <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk melihat dan menekan tombol keluar.
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, maka akan keluar <i>scene</i> . Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

4. Skenario *Use Case* Melihat Menu Panduan

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk melihat menu panduan dalam sistem. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Melihat Menu Panduan. Pada skenario *use-case* Melihat Menu Panduan dijelaskan pada Tabel 4.5.

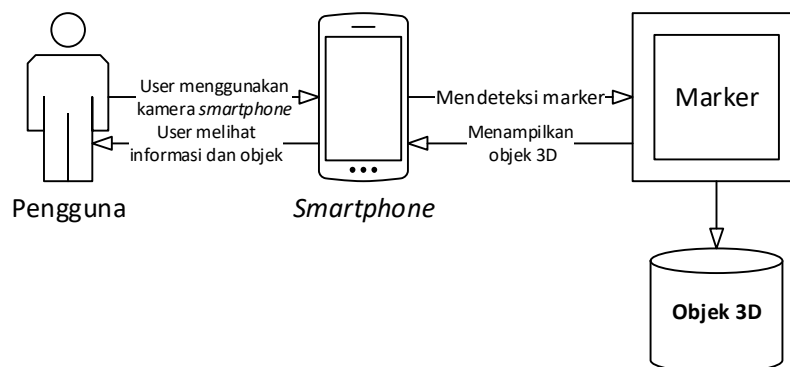
Tabel 4.5 Skenario *Use Case* Melihat Menu Panduan

Nama <i>Use Case</i>	Menu Mulai
Kode <i>Use Case</i>	UC_004
Aktor	Pengguna
Tujuan	Melihat panduan untuk penggunaan aplikasi.
Deskripsi	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana pengguna dapat memulai akses ke <i>scene</i> panduan.
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada <i>scene</i> panduan.
Alur Utama (<i>Basic Flow</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih menu panduan 2. Sistem akan mengeluarkan menu pop-up sebagai informasi yang dapat pengguna baca. 3. <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk melihat dan menekan tombol keluar.
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, maka akan keluar <i>window</i> yang berisi panduan tentang penggunaan aplikasi. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

4.2 Perancangan Aplikasi

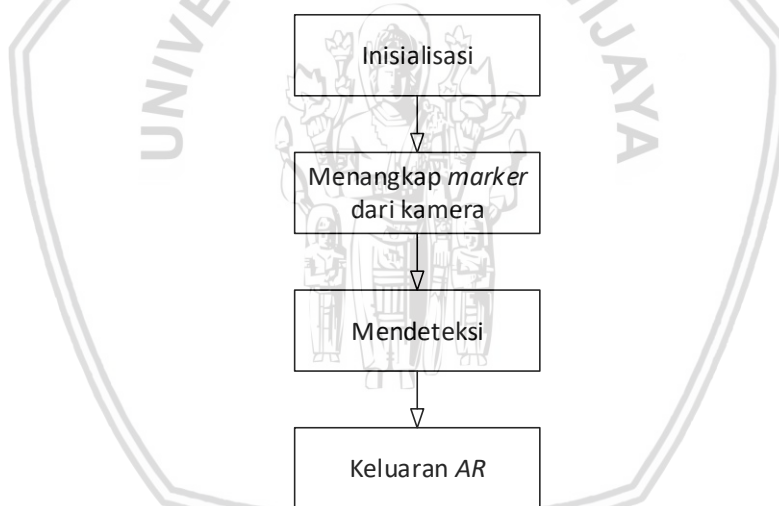
Perancangan tersebut meliputi empat tahapan diantaranya ialah perancangan arsitektur sistem, perancangan *use case diagram*, perancangan *activity diagram*, perancangan *sequence diagram*, dan perancangan antar muka aplikasi.

4.2.1 Perancangan Arsitektur Sistem



Gambar 4.3 Arsitektur Aplikasi *Augmented Reality* Media Pembelajaran 3D Hidrosfer

Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan perancangan arsitektur sistem secara keseluruhan beserta interaksi antara elemen-elemen. Gambar 4.3 menunjukkan arsitektur aplikasi *augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer. Pada Gambar 4.4 menjelaskan jalannya aplikasi secara keseluruhan yang akan digambarkan.

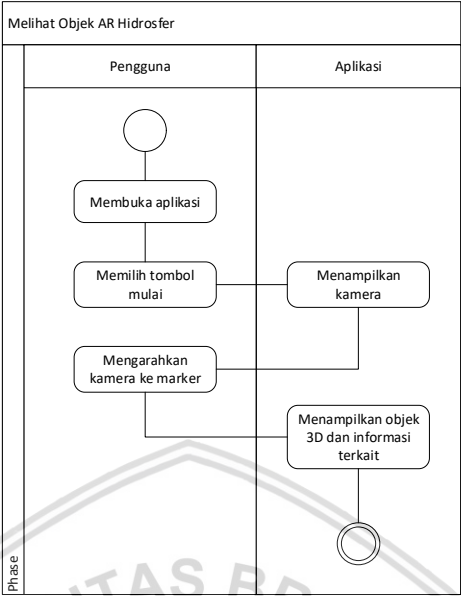


Gambar 4.4 Workflow Aplikasi

4.2.2 Perancangan Activity Diagram

Perancangan *activity diagram* merupakan kegiatan pemodelan aktivitas-aktivitas berupa interaksi pengguna dengan sistem sesuai dengan skenario *use case*.

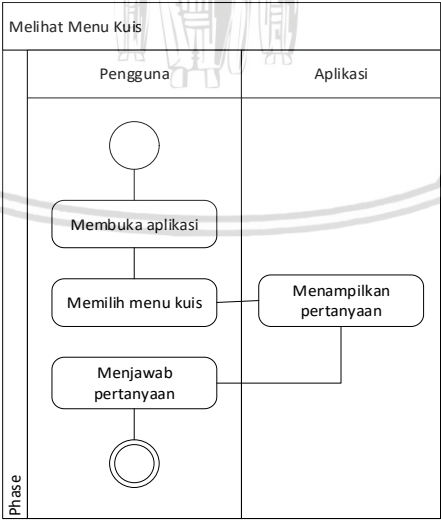
4.2.2.1 Activity diagram melihat objek AR



Gambar 4.5 Activity Diagram Melihat Objek AR Hidrosfer

Pada Gambar 4.5 adalah aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* melihat objek 3D. Dengan alur pertama pengguna membuka aplikasi, kemudian pengguna memilih tombol “mulai”, kemudian aplikasi akan mengarahkan ke kamera *view*, setelah itu pengguna harus mengarahkan kamera pada *marker*, maka objek 3D dan informasi terkait akan keluar sesuai *marker* yang tertangkap oleh kamera.

4.2.2.2 Activity diagram melihat menu kuis

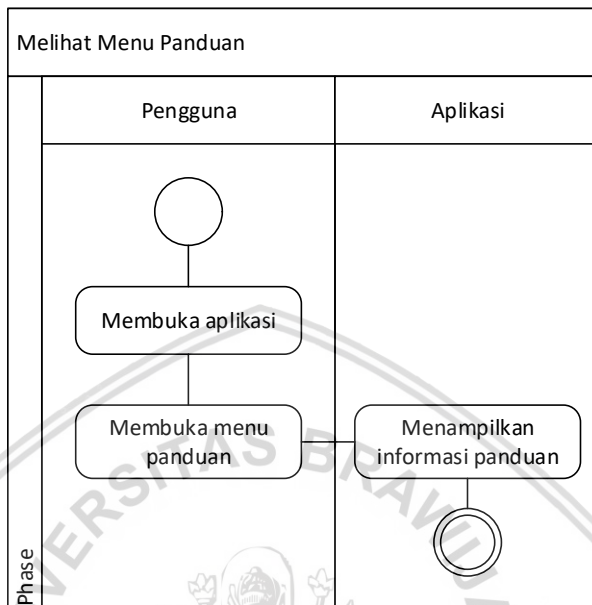


Gambar 4.6 Activity Diagram Melihat Menu Kuis

Pada Gambar 4.6 merupakan aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* melihat menu kuis. Dengan alur petama pengguna membuka aplikasi lalu memilih menu “kuis” maka sistem akan menampilkan beberapa pertanyaan. Pengguna lalu menjawab

beberapa pertanyaan dan sistem akan berpindah pertanyaan selanjutnya. Setelah pengguna usai memilih jawaban dari seluruh pertanyaan maka sistem akan menampilkan hasil tersebut.

4.2.2.3 Activity diagram melihat menu panduan

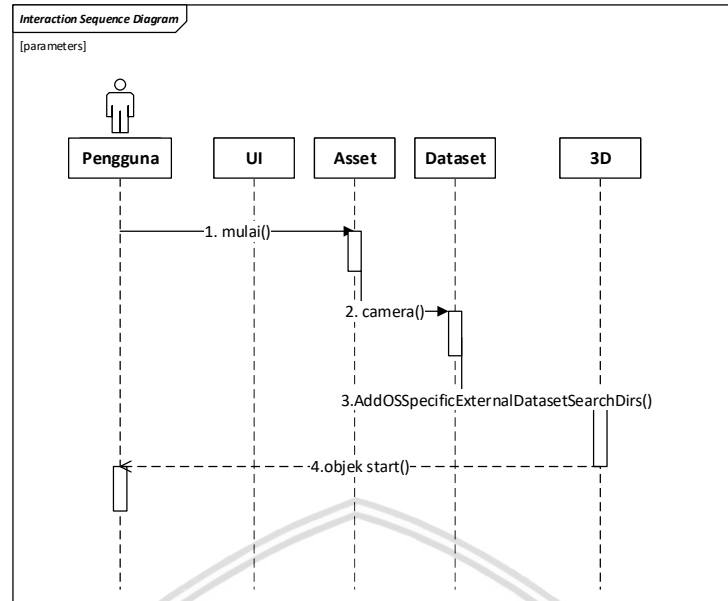


Gambar 4.7 Activity Diagram Melihat Menu Panduan

Pada Gambar 4.7 merupakan aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* melihat menu panduan. Dengan alur pertama pengguna membuka aplikasi lalu memilih menu “panduan” maka sistem akan menampilkan informasi terkait.

4.2.3 Perancangan Sequence Diagram

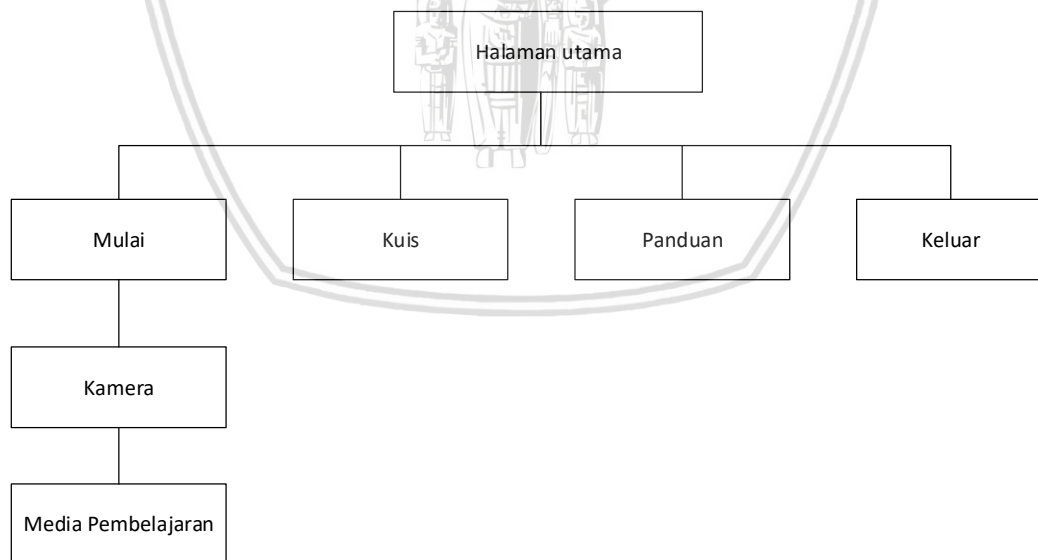
Perancangan *Sequence Diagram* bertujuan untuk menggambarkan interaksi yang terjadi antar objek pada sebuah proses yang terjadi dalam sistem menurut urutan waktu. Pada Gambar 4.8 menjelaskan bagaimana alur sistem untuk memproses sebuah pesan yang nanti akan diterima oleh pengguna. *Sequence diagram* di bawah menunjukkan alur *method* utama ketika pengguna memilih menu mulai. Aktivitas register dimulai dengan pengguna membuka halaman menu mulai yang ditampilkan oleh *register UI*. Register UI akan menghubungi Objek User untuk menjalankan *method* mulai(). *Method* mulai() akan masuk ke register *asset* untuk melakukan *method* *camera*(). Setelah berhasil melakukan register *dataset*, maka pengguna akan diarahkan ke tampilan register 3D.



Gambar 4.8 Sequence Diagram Aplikasi

4.2.4 Perancangan Antar Muka

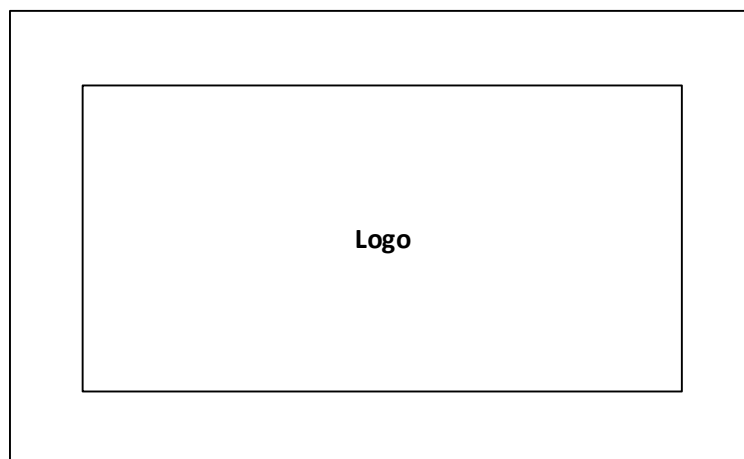
Pada perancangan antarmuka aplikasi ini akan menjelaskan tentang antarmuka aplikasi informasi objek 3D dan informasi terkait dengan hidrosfer. Aplikasi ini bertujuan untuk mempermudah pengguna tentang informasi hidrosfer dalam bentuk 3D dan informasi terkaitnya. Gambar 4.9 adalah *sitemap* dari aplikasi.



Gambar 4.9 Bagan Sitemap Aplikasi

4.2.4.1 Perancangan Halaman Utama

Ketika memasuki pada halaman rancangan utama aplikasi, maka sebelumnya pertama apikasi akan menampilkan splash screen yang menunjukkan nama dan logo dari aplikasi.



Gambar 4.10 Tampilan Rancangan *Splash Screen* Aplikasi

Penjelasan pada Gambar 4.10 akan dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.6 Penjelasan Rancangan *Splash Screen* Aplikasi

Nama	Penjelasan
Logo	Logo merupakan ikon dari aplikasi

Halaman utama merupakan halaman awal dari aplikasi yang pertama kali muncul saat pengguna menjalankan aplikasi. Pada halaman ini terdapat beberapa pilihan tombol, di antaranya tombol mulai, tombol panduan, dan tombol keluar.



Gambar 4.11 Tampilan Rancangan Utama Aplikasi

Penjelasan pada Gambar 4.11 akan dijelaskan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.7 Penjelasan Tampilan Rancangan Utama Aplikasi

Nama	Penjelasan
Mulai	Mulai akan masuk ke isi halaman selanjutnya untuk dapat digunakan.
Kuis	Kuis akan menampilkan beberapa pertanyaan yang harus dijawab oleh pengguna.
Panduan	Panduan merupakan tombol untuk menampilkan panduan dan informasi terkait seputar aplikasi.
Keluar	Merupakan tombol untuk keluar dari aplikasi.

4.2.4.2 Perancangan Halaman Media Pembelajaran

Pada perancangan halaman media pembelajaran merupakan tampilan rancangan dari halaman media pembelajaran.

**Gambar 4.12 Tampilan Rancangan Halaman Media Pembelajaran**

Penjelasan pada Gambar 4.12 akan dijelaskan pada Tabel 4.7.

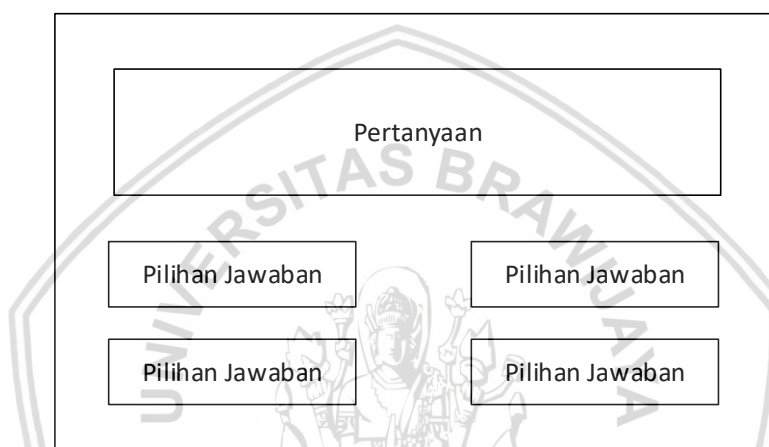
Tabel 4.8 Penjelasan Rancangan Halaman Media Pembelajaran

Nama	Penjelasan
Kamera	Kamera aktif yang digunakan mendeteksi <i>marker</i> AR, sehingga akan menampilkan objek 3D.

Objek 3D	Bentuk visual objek 3D media pembelajaran.
Media Pembelajaran	Media pembelajaran yang memberikan informasi tentang hidrosfer.

4.2.4.3 Perancangan Halaman Kuis

Pada perancangan halaman kuis merupakan tampilan rancangan dari halaman kuis.



Gambar 4.13 Tampilan Rancangan Halaman Kuis

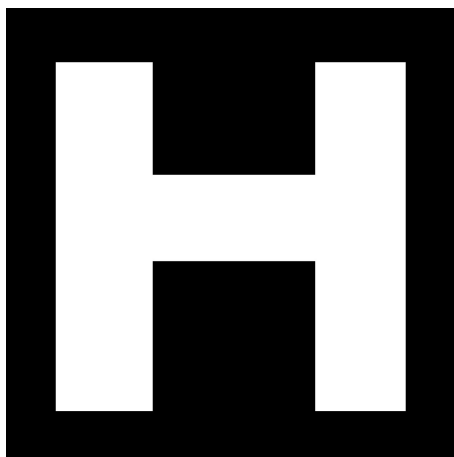
Penjelasan pada Gambar 4.13 akan dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.9 Penjelasan Tampilan Rancangan Halaman Kuis

Nama	Penjelasan
Pertanyaan	Pertanyaan yang akan dijawab pengguna ketika ditampilkan.
Pilihan jawaban	Pengguna dapat memilih salah satu pilihan jawaban yang dianggap sesuai dengan pertanyaan.

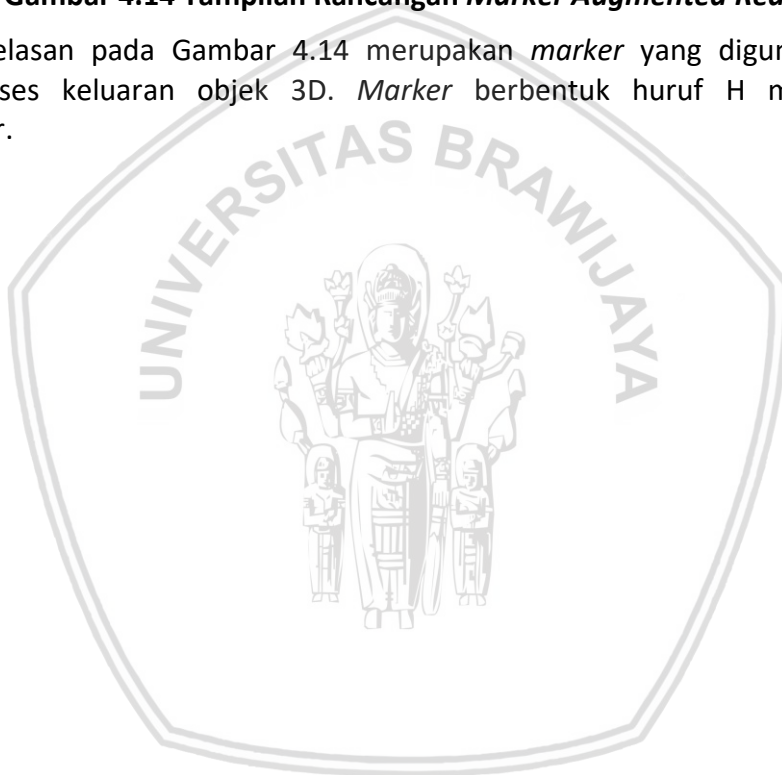
4.2.4.4 Perancangan Marker

Pada perancangan *marker* merupakan tampilan rancangan dari marker yang digunakan untuk *augmented reality*.



Gambar 4.14 Tampilan Rancangan *Marker Augmented Reality*

Penjelasan pada Gambar 4.14 merupakan *marker* yang digunakan untuk memproses keluaran objek 3D. *Marker* berbentuk huruf H menunjukkan hidrosfer.



BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap implementasi aplikasi *augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer berdasarkan perancangan yang telah dibahas pada bab 4. Pembahasan implementasi akan menjadi beberapa tahap yaitu spesifikasi sistem, batasan-batasan implementasi, implementasi antar muka, implementasi kode program.

5.1 Implementasi

Pada tahap ini aplikasi akan masuk ke tahap implementasi dengan perangkat *mobile* yang berbasis sistem Android.

5.1.1 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem akan dibagi menjadi dua yaitu spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak.

5.1.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam membangun perangkat lunak aplikasi *augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer yang terdapat pada Tabel 5.1. Dalam proses instalasi dan pengujian, perangkat yang digunakan adalah *smartphone* Android dengan spesifikasi perangkat keras yang terdapat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras Laptop

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>System Model</i>	Acer Aspire EE1 - 410
<i>Processor</i>	Intel® Celeron® Processor N2920 (1.86 GHz, Cache 2 MB) Burst Frequency: 2 GHz
<i>Memory</i>	4096MB RAM
<i>Display</i>	Intel(R) HD Graphics

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras Smartphone Android

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>System Model</i>	Asus Zenfone C
<i>Processor</i>	Intel Atom Z2520 Dual-core 1.2 GHz
<i>Memory</i>	1GB RAM
<i>Display</i>	Super IPS+ LCD capacitive touchscreen

5.1.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak juga mendukung untuk pengembangan aplikasi *augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer yang terdapat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

Operating System	Windows 8 64-bit
Programming Environment	Unity 3D, Monodevelop
Programming Language	C#

5.1.2 Batasan Implementasi

Pada tahap batasan implementasi aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer sebagai berikut.

- Objek konten 3D dan informasi hidrosfer menggunakan marker sudah ditentukan.
- Pemasangan aplikasi tergantung pada ketersediaan memori dari setiap perangkat mobile.

5.1.3 Implementasi Antar Muka

Pada bagian ini menampilkan *screenshot* antar muka dari aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer. Implementasi antar muka disini terdiri dari antar muka *splash screen*, menu utama, menu utama, menu kuis. Pada Gambar 5.1 menunjukkan tampilan *splash screen* sebelum pengguna masuk ke menu utama aplikasi.



Gambar 5.1 Tampilan Implementasi Splash Screen

Pada Gambar 5.2 adalah menunjukkan tampilan menu tombol utama yang terdiri dari menu *start*, menu kuis, menu panduan dan *exit*.



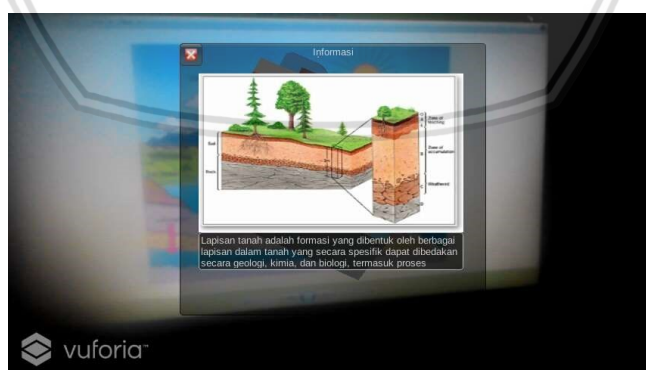
Gambar 5.2 Implementasi Halaman Utama Aplikasi

Pada Gambar 5.3 adalah tampilan dari menu *start* yang akan langsung menunjukkan tampilan kamera augmented reality. Jika kamera kita arah ke sebuah marker yang ditunjukkan, akan muncul objek 3D. Di dalam objek 3D tersebut terdapat tombol menu info dan objek bisa dirotasi.



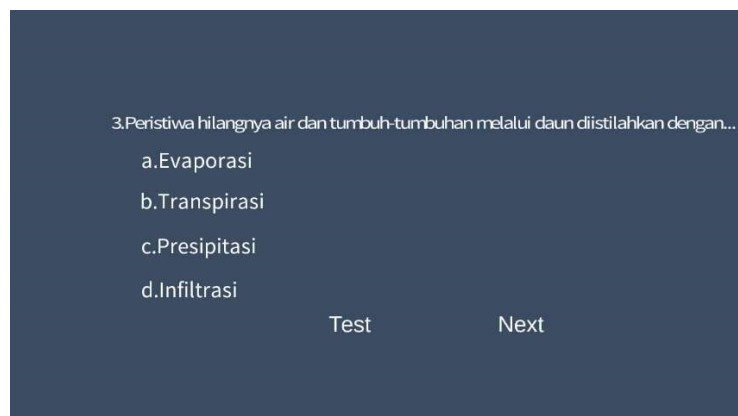
Gambar 5.3 Tampilan Implementasi Kamera *Augmented Reality*

Pada Gambar 5.4 menunjukkan tampilan *popup* media pembelajaran setelah tombol menu info di objek 3D ditekan. Terdapat informasi .



Gambar 5.4 Tampilan Implementasi Media Pembelajaran

Pada Gambar 5.5 menunjukkan tampilan menu kuis yang akan muncul pertanyaan pilihan ganda secara acak. Terdapat fitur tombol *next* untuk menunjukkan ke pertanyaan selanjutnya.



Gambar 5.5 Tampilan Implementasi Menu Kuis

5.1.4 Implementasi Kode Program

Pada tahapan implementasi kode program dari aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer memiliki beberapa proses dari *method* yang direpresentasikan.

5.1.4.1 Implementasi Menu Mulai

Pada Tabel 5.4 adalah potongan kode program info objek 3D yang menjelaskan proses *method OnGUI* (baris 14) membentuk *slideshow* dalam bentuk *popup*, jika tombol objek 3D yang disediakan disentuh. Pada *GUI.DrawTexture* (baris 26) dan *GUI.TextArea* (baris 28) adalah menunjukkan tampilan gambar dan informasi *slideshow*.

Tabel 5.4 Kode Program Info Objek

1.	<code>void Update() {</code>
2.	<code> if(Input.GetMouseButton(0)){ //jika masukan tombol</code>
3.	<code>menuju ke tombol utama</code>
4.	<code>Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);</code>
5.	<code> RaycastHit hit;</code>
6.	<code>if(Physics.Raycast(ray, out hit)){ // jika objek disentuh</code>
7.	<code> if(hit.transform == target1){ //jika objek</code>
8.	<code>disentuh menuju target1</code>
9.	<code> statusInfo=true;</code>
10.	<code> }</code>
11.	<code> }</code>
12.	<code> }</code>
13.	<code>}</code>
14.	<code>void OnGUI() {</code>
15.	<code> if(statusInfo==true){</code>
16.	<code> //membentuk slideshow aplikasi</code>

17.	GUI.BeginGroup
18.	(new Rect(Screen.width/2-200,Screen.height/2-250,800,500));
19.	GUI.Box(new Rect(0,50,405,360),"Informasi");
20.	if(GUI.Button(new Rect(0, 50, 30, 30),exit))
21.	
22.	{
23.	statusInfo = false;
24.	// jika tombol exit ditekan slideshow akan keluar
25.	}
26.	GUI.DrawTexture(new Rect(25,90,350,210),gambar);
27.	// menampilkan gambar pada slideshow
28.	info = GUI.TextArea(new Rect(25,300,350,50),info,200);
29.	// menampilkan informasi pada slideshow
30.	
31.	GUI.EndGroup();
32.	}
33.	}

Pada Tabel 5.5 adalah potongan kode program rotasi objek yang menjelaskan *method* ini bagaimana objek 3D jika disentuh bisa berotasi secara sumbu x dan y ditunjukkan pada *transform.Rotate* (baris 61). Pada *method* ini akan mengatur kecepatan dan rata-rata kecepatan rotasi objek 3D yang ditunjukkan pada *speed* (baris 45) dan *avgSpeed* (baris 48).

Tabel 5.5 Kode Program Rotasi Objek

1.	function OnMouseDown()
2.	{
3.	dragging = true; //jika disentuh akan bergeser
4.	}
5.	
6.	function Update() {
7.	
8.	if (Input.touchCount == 1) //mendeteksi total sentuhan jari
9.	{
10.	var theTouch : Touch = Input.GetTouch(0);
11.	
12.	if (theTouch.phase == TouchPhase.Moved) //jika disentuh
13.	akan bergerak sesuai tahap
14.	{

```

15.         OnMouseDown();
16.     }
17.
18.         if ((theTouch.phase == TouchPhase.Ended) ||
19. (theTouch.phase == TouchPhase.Canceled)) //akan selesai atau
20.     dibatalkan
21.     {
22.         dragging = false;
23.     }
24. }
25.
26. if (Input.touchCount > 1) // mendeteksi total sentuhan jari
27. {
28.     dragging = false;
29. }
30.     //Debug.Log ("Speed = " + speed);
31.     //Debug.Log ("Dragging = " + dragging);
32.     if ((theTouch.phase == TouchPhase.Moved) && dragging)
33. //jika disentuh akan bergerak dan bergeser
34.     {
35.         speed =
36. new Vector3(theTouch.position.x, theTouch.position.y, 0);
37. //kecepatan sentuh posisi x dan y
38.         avgSpeed =
39. Vector3.Lerp(avgSpeed, speed, Time.deltaTime * 5); //rata-rata
40. kecepatan bergerak 5 per second
41.     }
42.     if (Input.GetMouseButton(0) && dragging) //jika disentuh
43. bergeser
44.     {
45.         speed =
46. new Vector3(-Input.GetAxis ("Mouse X"),
47. Input.GetAxis("Mouse Y"), 0); //kecepatan gerak sudut x dan y
48.         avgSpeed =
49. Vector3.Lerp(avgSpeed, speed, Time.deltaTime * 5);
50. //rata-rata kecepatan bergerak
51.     }
52.     else

```

53.	{
54.	if (dragging) {
55.	speed = avgSpeed;
56.	dragging = false;
57.	}
58.	var i = Time.deltaTime * lerpSpeed;
59.	speed = Vector3.Lerp(speed, Vector3.zero, i);
60.	}
61.	transform.Rotate
62.	(Camera.main.transform.up * speed.x * rotationSpeed,
63.	Space.World); //kecepatan rotasi ke kanan dan ke kiri
64.	transform.Rotate
65.	(Camera.main.transform.right * speed.y * rotationSpeed,
66.	Space.World); //kecepatan rotasi ke atas dan ke bawah
67.	}

5.1.4.2 Implementasi Menu Kuis

Pada tahap implementasi menu kuis yang menunjukkan potongan kode program pertanyaan kuis. Pada Tabel 5.6 menjelaskan *method* perhitungan skor benar, selanjutnya *method* ini pertanyaan akan diacak dan dibatasi jumlah pertanyaan akan diacak ditunjukkan pada *randQuestion* (baris 9 dan baris 11). Setelah itu akan menampilkan pertanyaan dan *method* ini akan menampilkan hasil jawaban, jika pilihan yang dipilih benar atau salah ditunjukkan pada *resultObj* (baris 28).

Tabel 5.6 Kode Program Pertanyaan Kuis

1.	void Start () {
2.	//GetComponent<TextMesh> ().text =
3.	questions [randQuestion];
4.	}
5.	// Update is called once per frame
6.	void Update () {
7.	scoreObj.GetComponent<TextMesh> ().text =
8.	"Score : " + totalCorrect; //perhitungan skor benar
9.	if (randQuestion == -1) //pertanyaan akan diacak
10.	{
11.	randQuestion = Random.Range (0, 5);
12.	//batas jumlah pertanyaan akan diacak

13.	}
14.	if (randQuestion>-1)
15.	{
16.	GetComponent<TextMesh> ().text =
17.	questions [randQuestion]; //menampilkan pertanyaan
18.	}
19.	//Debug.Log (questions [randQuestion]);
20.	if (choiceSelected == "y") { //jika dipilih
21.	bernilai y
22.	choiceSelected = "n";
23.	//jika dipilih bernilai n
24.	
25.	totalQuestions += 1;
26.	if (correctAnswer [randQuestion] == selectedAnswer)
27.	{
28.	resultObj.GetComponent<TextMesh> ().text = "Correct";
29.	//jika jawaban yang dipilih keluaran akan "correct"
30.	totalCorrect += 1;
31.	}
32.	else {
33.	resultObj.GetComponent<TextMesh> ().text = "Incorrect";
34.	
35.	//jika jawaban salah keluaran akan "incorrect"
36.	}
37.	}
38.	}

Pada Tabel 5.7 menunjukkan potongan kode program jawaban kuis yang akan menunjukkan salah satu jawaban itu benar atau salah. Pada *method GetComponent* (baris 11) ini akan menampilkan salah satu pilihan pada pertanyaan kuis dan pada *method* ini menunjukkan jawaban yang dipilih pada *selectedAnswer* (baris 18).

Tabel 5.7 Kode Program Jawaban Kuis

1.	// Use this for initialization
2.	void Start () {
3.	//GetComponent<TextMesh> ().text = firstchoice [0];
4.	
5.	}

6.	
7.	// Update is called once per frame
8.	void Update () {
9.	if (textcontrol.randQuestion>-1)
10.	{
11.	GetComponent<TextMesh> ().text =
12.	firstchoice [textcontrol.randQuestion]; //menampilkan pilihan
13.	pertama
14.	}
15.	}
16.	void OnMouseDown()
17.	{
18.	textcontrol.selectedAnswer = gameObject.name;
19.	//memilih jawaban pada nama objek
20.	textcontrol.choiceSelected = "y";
21.	//pilihan yang dipilih "y"
22.	}

5.2 Pengujian Validasi

Pengujian validasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan dan aplikasi. Sehingga untuk mengujinya dilakukan dengan memberikan kasus uji untuk setiap kebutuhan fungsional.

5.2.1 Kasus Uji

Kasus uji dibuat untuk melakukan pengujian tiap fungsional aplikasi. Banyaknya kasus uji ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan. Setiap kasus uji yang dibuat pada penelitian ini memiliki nomor kasus uji, nama kasus uji, objek uji, tujuan pengujian, data masukan, prosedur pengujian dan hasil yang diharapkan.

Kasus uji yang dibuat untuk aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer memiliki nomor kasus uji. Dimana ditunjukkan pada Tabel 5.8, Tabel 5.9, Tabel 5.10, Tabel 5.11 Tabel 5.12.

Tabel 5.8 Kasus Uji Menu Mulai

Nomor Kasus Uji	UJI_001
Nama Kasus Uji	Menu Mulai
Objek Uji	SRS_001
Tujuan Pengujian	Memastikan aplikasi <i>mobile augmented reality</i> untuk media pembelajaran 3D hidrosfer memiliki fungsi yang dapat digunakan oleh pengguna.

Data Masukan	Marker
Prosedur Pengujian	1. Membuka aplikasi. 2. Memilih menu mulai.
Hasil yang Diharapkan	Aplikasi akan membuka halaman baru dan menampilkan informasi dari hidrosfer yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.

Tabel 5.9 Kasus Uji Menu Media Pembelajaran

Nomor Kasus Uji	UJI_002
Nama Kasus Uji	Menu Media Pembelajaran
Objek Uji	SRS_002
Tujuan Pengujian	Memastikan aplikasi <i>mobile augmented reality</i> untuk media pembelajaran 3D hidrosfer memiliki fungsi yang dapat digunakan oleh pengguna dan <i>pop up</i> objek 3D dapat berfungsi.
Data Masukan	Marker
Prosedur Pengujian	1. Membuka aplikasi. 2. Memilih menu mulai. 3. Objek 3D muncul. 4. Menu media pembelajaran ditekan.
Hasil yang Diharapkan	Aplikasi akan membuka <i>popup</i> ketika menu media pembelajaran di objek 3D ditekan. <i>Popup</i> dari menu media pembelajaran akan menjelaskan informasi tentang hidrosfer.

Tabel 5.10 Kasus Uji Menu Kuis

Nomor Kasus Uji	UJI_003
Nama Kasus Uji	Menu Kuis
Objek Uji	SRS_003
Tujuan Pengujian	Memastikan pengguna dapat masukan ke menu kuis dan menggunakan fungsi menu kuis.
Data Masukan	-
Prosedur Pengujian	1. Membuka aplikasi. 2. Memilih menu kuis.
Hasil yang Diharapkan	Aplikasi akan membuka halaman baru dan menampilkan pertanyaan yang akan dijawab pengguna.

Tabel 5.11 Kasus Uji Menu Kuis Jawab

Nomor Kasus Uji	UJI_004
Nama Kasus Uji	Menu Kuis Jawab
Objek Uji	SRS_004
Tujuan Pengujian	Memastikan pengguna dapat masukan ke menu kuis,

	memilih salah satu jawaban yang diberikan, menggunakan fungsi menu kuis jawab dan menggunakan fungsi tombol selanjutnya.
Data Masukan	Jawaban Pilihan Ganda
Prosedur Pengujian	1. Membuka aplikasi. 2. Memilih menu kuis. 3. Memilih jawaban.
Hasil yang Diharapkan	Aplikasi akan membuka halaman baru dan menampilkan pertanyaan yang akan dijawab pengguna.

Tabel 5.12 Kasus Uji Menu Panduan

Nomor Kasus Uji	UJI_005
Nama Kasus Uji	Menu Panduan
Objek Uji	SRS_005
Tujuan Pengujian	Memastikan pengguna dapat masukan ke menu panduan dan berfungsi.
Data Masukan	-
Prosedur Pengujian	1. Membuka aplikasi. 2. Memilih menu panduan.
Hasil yang Diharapkan	Aplikasi akan membuka <i>popup</i> ketika menu panduan ditekan. <i>Popup</i> dari menu panduan akan menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.

5.2.2 Hasil Pengujian Validasi

Setelah kasus uji dibuat, tahap selanjutnya dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur pengujian yang tertera di setiap kasus uji. Maka hasil pengujian tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Hasil pengujian dikatakan valid apabila hasil yang didapatkan sama dengan hasil yang diharapkan. Tabel 5.13 menyajikan data hasil pengujian validasi terhadap aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Validasi Aplikasi *Mobile Augmented Reality* untuk Media Pembelajaran 3D Hidrosfer

No.	Nomor Kasus Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapatkan	Status Validitas
1.	UJI_001	Aplikasi akan membuka menu mulai dan menampilkan tampilan kamera.	Aplikasi membuka menu mulai dan menampilkan tampilan kamera.	Valid
2.	UJI_002	Aplikasi akan membuka 3D objek dan menampilkan informasi dari objek	Aplikasi membuka 3D objek mulai dan menampilkan informasi dari	Valid

		3D hidrosfer.	objek 3D hidrosfer.	
3.	UJI_003	Aplikasi akan membuka menu kuis menjalankan aplikasi.	Aplikasi akan membuka menu kuis ditekan dan menampilkan pertanyaan pilihan ganda.	Valid
4.	UJI_004	Aplikasi akan membuka menu kuis menjalankan aplikasi, pengguna memilih salah satu jawaban dan memilih tombol selanjutnya.	Aplikasi akan membuka menu kuis, pengguna berhasil memilih jawaban dan menampilkan pertanyaan selanjutnya.	Valid
5.	UJI_005	Aplikasi akan membuka <i>pop up</i> ketika menu panduan ditekan. <i>Pop up</i> dari menu panduan akan menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.	Aplikasi membuka <i>pop up</i> ketika menu panduan ditekan. <i>Pop up</i> dari menu panduan akan menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.	Valid

5.3 Pengujian *Usability*

Pengujian *Usability* dilakukan untuk menguji apakah aplikasi dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna atau tidak. Pengujian ini dilakukan setelah responden mencoba aplikasi dengan memberikan sebuah kuesioner dilakukan pada setiap responden. Calon pengguna pada aplikasi ini adalah anak kelas 10 SMA (Sekolah Menengah Atas). Metode yang digunakan untuk pengujian *usability* adalah metode *System Usability Scale* (SUS). Pengujian tersebut disajikan pada Tabel 5.14, Tabel 5.15 dan Tabel 5.16

Tabel 5.14 Daftar Pernyataan Kuesioner

No.	Pernyataan	Rating Pengguna				
		Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju
1.	Menurut saya, dapat					

	menggunakan aplikasi ini	1	2	3	4	5
2.	Menurut saya, terdapat kerumitan yang terdapat di dalam aplikasi ini dan tidak penting.					
		1	2	3	4	5
3.	Menurut saya, aplikasi ini keseluruhan mudah digunakan.					
		1	2	3	4	5
4.	Menurut saya, saya membutuhkan bantuan dari teknisi untuk menggunakan aplikasi ini.					
		1	2	3	4	5
5.	Menurut saya, menemukan beberapa fungsi terintegrasi dengan baik.					
		1	2	3	4	5
6.	Menurut saya terdapat banyak hal yang tidak konsisten dalam aplikasi <i>mobile augmented reality</i> untuk media pembelajaran 3D hidrosfer.					
		1	2	3	4	5
7.	Saya yakin pengguna seperti anak SMA, akan cepat mengerti dan dengan mudah menggunakan aplikasi <i>mobile augmented reality</i> untuk media pembelajaran 3D hidrosfer.					
		1	2	3	4	5
8.	Saya pikir aplikasi ini tidak praktis digunakan.					
		1	2	3	4	5
9.	Saya merasa percaya diri dapat menggunakan aplikasi ini.					
		1	2	3	4	5
10.	Saya butuh banyak belajar sebelum menggunakan aplikasi ini.					
		1	2	3	4	5

Tabel 5.15 Hasil Rekapitulasi Kuesioner SUS

Responden	Item Pernyataan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
R1	4	2	4	1	3	3	4	2	4	2
R2	4	2	4	2	4	2	5	2	5	1
R3	4	3	5	2	5	4	5	2	5	3
R4	5	1	5	2	5	1	5	2	5	1

R5	4	1	5	1	5	1	5	5	5	1
R6	5	1	5	1	4	2	4	1	5	1
R7	4	2	4	2	4	1	3	2	5	1
R8	3	3	4	4	5	1	4	2	5	4
R9	4	1	5	2	4	1	5	1	5	1
R10	4	2	5	2	4	2	5	1	4	2
R11	5	3	4	3	3	3	4	1	3	2
R12	3	1	5	1	4	2	5	1	4	1
R13	5	3	5	2	3	3	5	1	4	2
R14	5	1	5	1	5	1	4	2	4	2
R15	4	2	5	1	4	2	5	2	4	1
R16	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R17	5	3	4	2	4	2	4	2	4	3
R18	4	3	3	2	3	2	4	4	4	1
R19	4	3	3	2	5	1	4	1	4	2
R20	5	2	4	1	3	3	5	2	3	2

Tabel 5.16 Perhitungan Skor SUS

Respon den	Item Pernyataan										Jumlah	Skor SUS
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
R1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	75
R2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	33	82,5
R3	3	2	4	3	4	1	4	3	4	2	30	75
R4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	38	95
R5	3	4	4	4	4	4	4	0	4	4	35	87,5
R6	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	37	92,5
R7	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	33	82,5
R8	2	2	3	1	4	4	3	3	4	1	27	67,5
R9	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	37	92,5
R10	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	33	82,5
R11	4	2	3	2	2	2	3	4	2	3	27	67,5
R12	2	4	4	4	3	3	4	4	3	4	35	87,5
R13	4	2	4	3	2	2	4	4	3	3	31	77,5
R14	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	36	90
R15	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	34	85

R16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
R17	4	2	3	3	3	3	3	3	3	2	29	72,5
R18	4	3	3	2	3	2	4	4	4	1	30	75
R19	3	2	2	3	4	4	3	4	3	3	31	77,5
R20	3	2	2	3	4	4	3	4	3	3	30	75
Total SUS												1640
Rata-Rata Skor SUS												82

Keterangan Tabel 5.15 dan Tabel 5.16.

R : Responden.

Q : Pernyataan pada kuesioner.

Hasil rekapitulasi dari kuesioner disajikan pada Tabel 5.15. Nilai-nilai yang terdapat pada *cell* pertemuan antara Q dan R pada Tabel 5.15 merupakan nilai yang diberikan oleh responden. Nilai tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus perhitungan SUS pada persamaan 2.1 atau 2.2 untuk mendapatkan skor kontribusi. Untuk mendapatkan skor kontribusi, nilai yang diberikan responden pada nomor pernyataan ganjil dikurangi 1. Sedangkan pada pernyataan genap, skor SUS didapatkan dengan mengurangi 5 dengan nilai jawaban responden.

Tabel 5.16 merupakan tabel perhitungan skor SUS. *Cell* pertemuan antara Q dan R merupakan skor kontribusi. Kolom jumlah berisi nilai yang didapat dari penjumlahan skor kontribusi setiap responden. Untuk mendapatkan skor SUS, nilai pada kolom jumlah dikalikan dengan 2,5. Total SUS merupakan nilai total keseluruhan nilai SUS. Total SUS tersebut kemudian dibagi dengan banyaknya responden, sehingga didapatkan rata-rata skor SUS sebesar 82.

5.4 Pengujian Media Pembelajaran

Pengujian media pembelajaran dilakukan untuk menguji perbandingan apakah aplikasi dapat digunakan dengan efektif, efisien atau tidak. Mekanisme yang dilakukan adalah dengan membagi dua kelompok untuk dibandingkan yaitu siswa yang lebih dahulu belajar menggunakan media pembelajaran buku paket atau siswa yang lebih dahulu belajar menggunakan media pembelajaran aplikasi sebelum diberikan lima contoh pertanyaan yang harus dijawab oleh siswa kelas 10 SMA. Selanjutnya akan dibagi dua kelompok menggunakan media pembelajaran ini, maka dilakukan pengukuran terhadap dua media pembelajaran ini.

Tabel 5.17 Hasil Rekapitulasi Pengujian Media Pembelajaran

No.	Responden	Buku	Aplikasi <i>Mobile Augmented Reality</i>
		Jawaban Benar	Jawaban Benar

1.	R1	3	-
2.	R2	4	-
3.	R3	3	-
4.	R4	2	-
5.	R5	5	-
6.	R6	-	3
7.	R7	-	5
8.	R8	-	4
9.	R9	-	4
10.	R10	-	3
Total		17	19
Rata-Rata Skor		3,4	3,8

Skor total rata-rata yang diperoleh responden nilai terendah dan belajar dengan menggunakan buku pada Tabel 5.17 yaitu 3,4 jawaban benar dengan pertanyaan yang berhasil diselesaikan, sedangkan skor total rata-rata yang diperoleh belajar menggunakan aplikasi *mobile augmented reality* pada Tabel 5.17 yaitu 3,8 jawaban benar dengan pertanyaan yang berhasil diselesaikan. Berdasarkan pengujian dengan dua media pembelajaran ini dapat dikategorikan bahwa media pembelajaran menggunakan aplikasi *mobile augmented reality* yang mendapatkan rata-rata skor 3,8, sehingga dapat dikatakan bahwa media pembelajaran aplikasi *mobile augmented reality* ini dapat digunakan dengan baik kepada siswa kelas 10 SMA. Kesimpulan analisis pada pengujian media pembelajaran perlu adanya analisis ulang dengan melakukan pengujian statistika secara uji t dan uji z agar mendapatkan hasil yang signifikan.

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil dilakukan saat pengujian terhadap aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sumber ilmu tambahan pada guru sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer berupa melalui sistem *Augmented Reality* yang diimplementasikan menggunakan *game engine* unity dengan menggunakan *marker* sebagai keluaran .
2. Rancangan aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer berdasarkan pendekatan berorientasi objek. Hasil pengujian validasi menunjukkan semua kasus uji telah valid. Hal ini membuktikan bahwa implementasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer telah sesuai dengan perancangan. Dengan menggunakan metode SUS pada kuesioner untuk pengujian *usability*. Hasil pengujian mendapatkan skor SUS 82. Maka dapat disimpulkan jumlah skor rata-rata hasil pengujian pada responden mudah dan berjalan dengan baik.
3. Dampak yang diperoleh siswa kelas 10 SMA pada *mobile augmented reality* sebagai media pembelajaran 3D hidrosfer adalah mereka memperoleh pembelajaran hidrosfer menyamai atau bahkan lebih baik dari hidrosfer menggunakan buku tapi dilakukan pengujian ulang uji t dan uji z.
4. Rancangan aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer berdasarkan pengujian dua media pembelajaran, yaitu dengan menggunakan buku dan dengan menggunakan aplikasi *mobile augmented reality*. Hal ini membuktikan pengujian media pembelajaran perlu adanya analisis ulang dengan melakukan pengujian statistika secara uji t dan uji z agar mendapatkan hasil yang signifikan.

6.2 Saran

Untuk saran diberikan pada pengembangan aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer lebih lanjut antara lain:

1. Diperlukan analisis ulang dengan menggunakan pengujian statistika secara uji t dan uji z.
2. Diperlukan pengembangan sistem pada aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3D hidrosfer yang lebih baik dan lebih mudah digunakan, seperti memperbaiki tampilan UI.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelheid, A. & Aqilha, P., 2013. *Tip Trik Android dan Blackberry*. Yogyakarta: ANDI.
- Arsyad, A., 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Azuma Ronald T. 1997. A Survey of Augmented Reality. Hughes Research Laboratories. Malibu.
- Agustina, A., 2013. Rancang Bangun Sistem Manajemen Pengunjung Laboratorium Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Berbasis Pengenalan Wajah. *Doro Journal*, Volume 2
- Bangor, A., Kortum, P. dan Miller, J., 2009. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *Journal Of Usability Studies*, 4(3), pp. 114-123.
- Brooke, J., 1996. *SUS - A quick and dirty usability scale*, United Kingdom: Redhatch Consulting Ltd..
- Fajar, F. M., 2014. *Mobile Interactive Augmented Reality*. Solo: Buku AR.
- Feiner, S., 1997. A touring machine: *Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment*. *Personal Technologies*, Volume 1, pp. 208--217.
- Graham, B., 2011. *Geography, Education and the Future*. London: Bloomsbury Academic.
- Grady Booch, James Rumbaugh, dan Ivar Jacobson, The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 1999.
- Haryono, E., 2017, October 2. GEOMORFOLOGI DAN HIDROLOGI KARST.
- Huda, A. A., 2012. *24 Jam Pintar Pemrograman Android*. Yogyakarta: ANDI.
- Migram, P. dan Kishino, F., 1994. *A Takonomy of Mixed Reality*, s.l.: IEICE TRANS.
- Notodarmojo, S., 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung: ITB Institut Teknologi Bandung.
- Nurhadryani, Y., 2014. *Usability Testing to Enhance Mobile Application User Interface*, Bogor: Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Nurmalasari, B. E., 2009. PENGEMBANGAN APLIKASI ALAT BANTU BELAJAR PENGETAHUAN ATMOSFER DAN HIDROSFER BERBASIS MULTIMEDIA. *S1 thesis*.
- Pressman, R., 2001. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, Boston: McGraw Hill.

- Primanda Nikko Wahyu Hafidha. 2014. Skripsi. Augmented Reality sistem periodik unsur kimia sebagai media pembelajaran bagi siswa tingkat SMA berbasis android mobile. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Roedavan, R., 2014. *Unity Tutorial Game Engine*. Bandung: Informatika.
- Sadiman, S Arief. 2007. Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Santoso, P. I. dan Ferdiana, R., 2015. Pengujian Usability Website Menggunakan System Usability Scale. *IPTEK-KOM*, Volume 17, pp. 31-38.
- Sauro, J., 2011. *Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS)*. [Online] Tersedia di: <http://www.measuringu.com/sus.php> [Diakses 27 Januari 2016].
- Sauro, J., 2013. *10 Things To Know About The System Usability Scale (SUS)*. [Online] Tersedia di: <http://www.measuringu.com/blog/10-things-SUS.php> [Diakses 25 Desember 2015].
- Widyatmanti, W. & Natalia, D., 2008. *Geografi SMP/MTs Kls VII (KTSP)*. Jakarta: P.T. Grasindo.

